

066/06  
Ex 1

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique

Université Saad Dahleb de Blida  
Faculté des sciences de l'ingénieur  
Département d'aéronautique (IAB)

Projet de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme des études universitaire  
appliquées en aéronautique  
Option : avionique

# THEME

Etude et réalisation d'un capteur de pluie sophistiqué



Réalisé par :  
BOUBIDI Myriam

proposé par :  
Mr.KOUIDER El-Ouahed  
Boulenouar

Promotion 2005-2006

# REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à remercier ALLAH le tout puissant pour tout ce dont nous ne le remercierons jamais assez

Je tiens naturellement à manifester toute mes reconnaissances à mes parents respectifs qui m'ont tellement soutenu et continuent à le faire

Je remercie mon promoteur ,M.KOUIDER ELOUAHED BOULENOUAR , qui m'a dirigé durant ma recherche et pour ses précieux conseils, qui m'ont été très bénéfiques à plus d'un titre.

Je remercie vivement tous mes amis de l'aéronautique et particulièrement DAIBOUNE Khaled & REDOUAN pour leur aide précieuse.

Je remercie aussi DJALEL pour sa serviabilité et pour sa gentillesse.

Je remercie également tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à l'accomplissement de ce mémoire ainsi que tous mes enseignants de puis la maternelle.

# Dédicaces

Ce travail je le dédie au meilleur papa de tous les temps

Au cher papa que j'ai toujours trouvés

à mes cotés

je le dédie aussi à celle qui ma conçus au fond

d'elle même, à la seule femme dans la quelle

j'ai vécu pendant neuf longs mois

je le dédie aussi à mes sœurs :

INES, HAYETTE, et l'adorable MINA

A mes frères :

FARES, et le petit MIMOU

Aux familles :BOUBIDI et MERABETTE ,grand et petit,

Surtout Khalou MOURAD et Amou AZOU

A mes amies :

Kimou, Amel, Wahiba, Soumaya, Assia, Karima, Samira, Amel(02),

Skoura, Amina(12), Amina(09),

Et ma bien aimé AIDA.

A vous tous qui avez contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin ,à

tout mes amis et mes collègues de l'université que j'estime beaucoup.

## ملخص

إن الكواشف تلعب دورا مهما لأنها هي التي تسمح بكشف حدوث الظواهر الطبيعية التي تآثر علي محيطنا. مع التطور التكنولوجي للإلكترونيك خاصة زادت أهميتهم النهم يسمحون لنا بإثبات العلاقة إنسان آلة محيط.

إن مشروعني هذا يمثل كاشف للأمطار حيث ينتمي هذا الكاشف إلى الكواشف ذات النوع الذاتي. التي يمكنها أن تعطينا أفضل النتائج.

## Résumé

Les capteurs jouent un rôle de plus en plus important car ce sont eux qui permette de détecter les effets des phénomènes de toute nature qui agissent sur notre environnement .avec l'évolution de la technologie de l'électronique en particulier, leur importance s'accrois car ils permettent d'assurer la liaison homme appareil environnement.

Mon projet présente un capteur de pluie intelligent qui fait partie des capteurs de types capacitif, c'est ce type de capteurs qui peut donner les meilleurs résultats toute en restant d'une relative simplicité

## summary

detectors play a more and more important role, because they detect the effects of phenomens of nature which impact on our environnement. The revolution of thechnologie of electronics had increased their important, because they allow us to insure the relation men apparatus environnement

My project ppresent a detector of rain, which belong to capacitifs detectors, because they may give us the best results.

# **SOMMAIRE :**

<i>Introduction Générale</i> .....	1
------------------------------------	---

## **CHAPITRE I: GENERALITES SUR LES CAPTEURS**

	page
Introduction .....	2
I-1-Définitions. ....	2
I-1-1-Mesurande. ....	2
I-1-2-Capteurs. ....	2
I-1-3-Fonction de transfert d'un capteur. ....	2
I-1-4-Chaine de mesure. ....	3
I-1-5-Types de grandeurs physiques. ....	4
I-1-6-Classification des Capteurs. ....	5
I-2-1-Capteurs passifs. ....	5
I-2-2-Capteurs actifs. ....	6
I-3-Caractéristiques des Capteurs. ....	7
I-3-1- Caractéristiques statiques de Capteurs. ....	8
I-3-1-1-Qualité de mesure. ....	8
I-3-1-2-Etude de mesure. ....	9
I-3-1-3-La linéarité. ....	10
I-3-1-4-La sensibilité. ....	10
I-3-1-5-La fonction de transfert. ....	10
I-3-2-Caractéristiques dynamiques des capteurs. ....	10
I-4-Capteurs de pluie. ....	11
I-4-1-Caractéristique du capteur de pluie.....	12
I-5-Thermistance CTN.....	13

## **CHAPITRE II : ETUDE THEORIQUE :**

Introduction.....	14
II-1-Principe générale du détecteur.....	14

II-2-Shéma synoptique. ....	14
II-3-schéma électrique. ....	16
II-4-Description du fonctionnement des étage. ....	17
II-4-1-Description de l'étage d'alimentation. ....	17
II-4-1-1-Le transformateur. ....	17
II-4-1-2-Le redressement. ....	18
II-4-1-3-le filtrage. ....	19
II-4-1-4-La régulation. ....	19
II-4-3-Description de l'étage de la sonde du capteur ....	20
II-4-2-1-Sonde à détection capacitive. ....	20
II-4-3-2-L'oscillateur astable. ....	21
II-4-3-3-Portes NOR. ....	22
II-4-3-4-Filtrage. ....	24
II-4-3-5-Comparateur. ....	25
II-4-3-6-Signalisation. ....	26
II-4-3-Description de l'étage de la gestion du chauffage de la sonde. ....	27
II-4-3-1-Le capteur CTN. ....	27
II-4-3-2-Comparateur. ....	28
II-4-3-3-Chauffage. ....	29
II-4-3-4-Signalisation. ....	31

## ***CHAPITRE III: SIMULATION ET REALISATION PRATIQUE :***

Introduction. ....	32
III-1- Etude des différents étages par simulation. ....	32
III-1-1- Simulation de l'étage de la gestion du chauffage. ....	32
III-2- Réalisation pratique. ....	33
III-2-1- Circuit imprimé. ....	33
III-2-2- Implantation des composants. ....	34
III-3- Applications. ....	34
<b>Remarque</b> .....	36
<b><i>Conclusion Générale</i></b> .....	37
<b><i>Bibliographie</i></b>	
<b><i>Nomenclature</i></b>	
<b><i>Annexe</i></b>	

# ***LISTE DES FIGURES***

## **CHAPITRE I: GENERALITES SUR LES CAPTEURS**

<b>Figure(I-1) : Synoptique d'un capteur.....</b>	<b>3</b>
<b>Figure (I-2) : Constitution d'une chaîne de mesure classique.....</b>	<b>3</b>
<b>Figure (I-3) : Capteur de pluie IBR 273.....</b>	<b>10</b>
<b>Figure (I-4) : Caractéristique du capteur de pluie IBR 273.....</b>	<b>11</b>
<b>Figure (I-5) : Variation de la résistance avec la température.....</b>	<b>13</b>

## ***CHAPITRE II : ETUDE THEORIQUE :***

<b>Figure (II-1) : Schéma synoptique.....</b>	<b>15</b>
<b>Figure (II-2) : Schéma électrique.....</b>	<b>16</b>
<b>Figure (II-3) : Schéma synoptique de l'alimentation.....</b>	<b>17</b>
<b>Figure (II-4) : Redressement.....</b>	<b>18</b>
<b>Figure (II-5) : Filtrage.....</b>	<b>19</b>
<b>Figure (II-6) : Régulation.....</b>	<b>20</b>
<b>Figure (II-7) : Sonde de détection capacitive.....</b>	<b>21</b>
<b>Figure (II-8) : Synoptique de l'oscillateur.....</b>	<b>22</b>
<b>Figure (II-9) : Schéma synoptique d'une portes NOR.....</b>	<b>23</b>
<b>Figure (II-10) : Etage de la mise en forme.....</b>	<b>23</b>
<b>Figure (II-11) : Schéma du circuit de filtrage .....</b>	<b>24</b>
<b>Figure (II-12) : Circuit de comparaison de l'étage de la sonde.....</b>	<b>26</b>
<b>Figure (II-13) : Circuit de la CTN.....</b>	<b>27</b>
<b>Figure (II-14) : Circuit de comparaison de l'étage du chauffage.....</b>	<b>29</b>
<b>Figure (II-15) : Chauffage de la sonde.....</b>	<b>30</b>
<b>Figure (II-16) : Circuit de chauffage.....</b>	<b>31</b>

# ***LISTE DES TABLEAUX***

## ***CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES CAPTEURS***

<b>Tableau (I-1) : Effets utilisés pour la mesure par les capteurs passifs .....</b>	<b>5</b>
<b>Tableau (I-2) : Principes physiques mis en jeu pour les capteurs actif.....</b>	<b>6</b>

## ***CHAPITRE II : ETUDE THEORIQUE :***

<b>Tableau (II-1) : Table de vérité de la porte NOR.....</b>	<b>23</b>
<b>Tableau (II-2) : Correspondance température tension.....</b>	<b>28</b>

## ***CHAPITRE III: SIMULATION ET REALISATION PRATIQUE :***

<b>Tableau (III-1) : Variation de l'état du relais en fonction de V1 et V2.....</b>	<b>33</b>
---	-----------



# *INTRODUCTION*

# ***Introduction Générale :***

La conception est à la base de toute réalisation technologique.

L'aéronautique est une branche scientifique exigeant des connaissances théoriques, regroupant un nombre considérable de matières : mécanique générale, mécanique des fluides, mécanique du vol, thermodynamique, résistance des matériaux, métallurgie et avionique.

Cette dernière est basée essentiellement sur des principes électroniques et elle nous permet la conception de divers instruments de contrôle de l'avion pendant le vol.

Mon travail consiste à concevoir un capteur de pluie, et ce en partant de son étude jusqu'à sa réalisation en passant par la simulation.

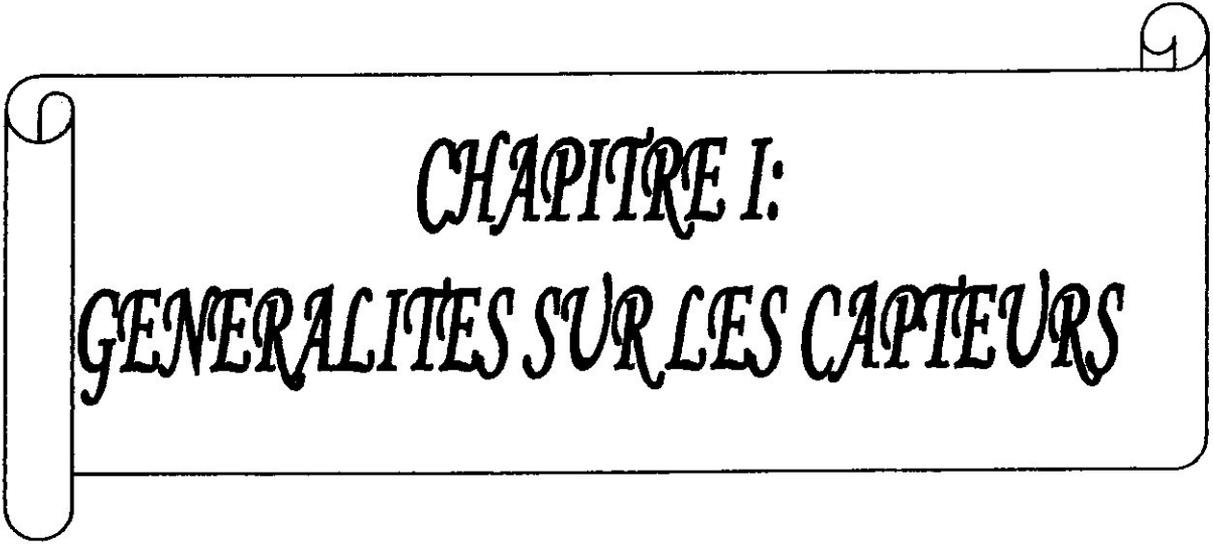
Pour mener bien mon travail, je l'ai divisé en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, j'ai parlé des capteurs en générale, de leurs caractéristiques, classification, et de leurs applications ; j'ai parlé également du capteur de pluie et la thermistance CTN.

Le second chapitre est réservé à l'étude théorique ; dans ce chapitre j'ai étudié les différents étages de mon montage.

Enfin le troisième chapitre, présente la simulation et les résultats trouvés, ensuite j'ai parlé des divers applications de ce montage.

J'ai terminé mon travail par une conclusion générale.



*CHAPITRE I:  
GENERALITES SUR LES CAPTEURS*

## Introduction

Lorsqu'on souhaite traduire une grandeur physique en une autre grandeur, on fait appel à ce que l'on nomme classiquement « capteur ». Son rôle est de donner une image interprétable d'un phénomène physique de manière à pouvoir l'intégrer dans un processus plus vaste.

Ainsi, un capteur de température au sein d'un microprocesseur s'intègre dans le processus de stabilisation en température du composant de manière à assurer son bon fonctionnement. De cette mesure va dépendre la vitesse de rotation du ventilateur.

### I.1. Définitions

#### I.1.1. Mesurande

C'est la grandeur physique que l'on souhaite connaître.

#### I.1.2. Capteur

C'est l'élément qui va permettre, sous l'effet de la mesurande, d'en délivrer une image exploitable (signal électrique par exemple).

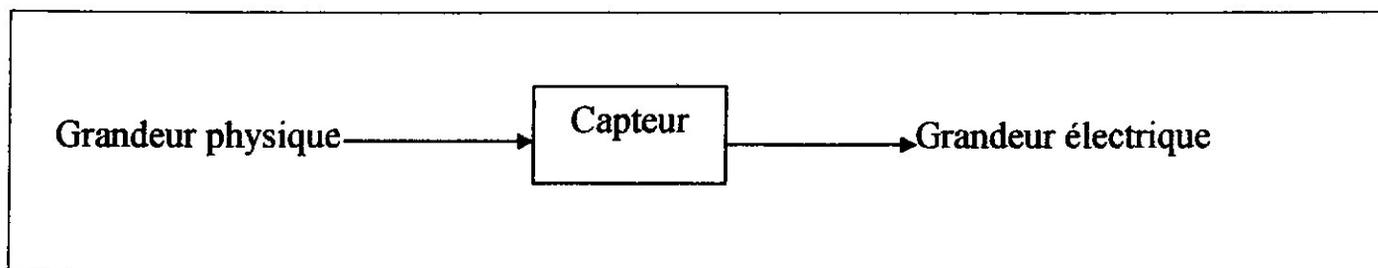
#### I.1.3. Fonction de transfert d'un capteur

C'est la caractéristique principale, elle permet d'avoir la fonction mathématique de conversion d'une grandeur physique en un signal électrique,  $s=f(m)$  pour faciliter l'exploitation de la réponse, on s'efforce de réaliser des capteurs dont la relation  $s=f(m)$  est linéaire dans ce cas ( $s$ ) et ( $m$ ) sont proportionnelles.

Généralement on obtient une grandeur de sortie de type électrique, elle peut être soit :

- Une charge.
- Une tension.
- Un courant.
- Une impédance. (R, L, C).

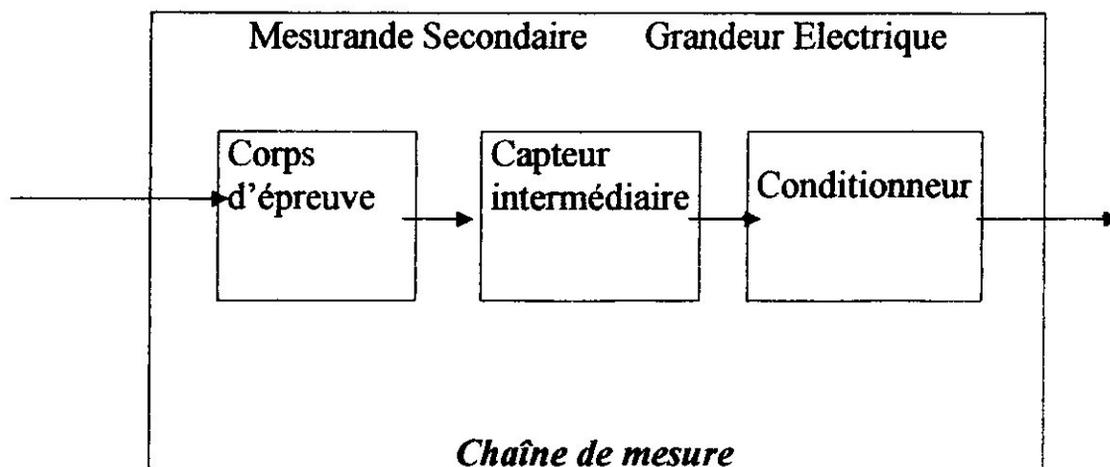
La figure (I-1) donne le schéma synoptique d'un capteur



**Figure(I-1) : Synoptique d'un capteur**

#### I.1.4. Chaîne de mesure

Pour obtenir une image d'une grandeur physique, on fait appel à une chaîne de mesure qui peut faire intervenir plusieurs phénomènes différents.



**Figure(I-2) : Constitution d'une chaîne de mesure classique.**

D'une manière classique la sortie d'une chaîne de mesure fait plusieurs transducteurs, on appelle corps d'épreuve celui en contact direct avec la mesurande le dernier transducteur est associé d'un conditionneur qui fournit la grandeur électrique de sortie de manière exploitable, le choix de ce conditionneur est une

étape importante dans le cadre de la chaîne de mesure car, associé au capteur, il détermine la nature finale du signal électrique et va influencer les performances de la mesure.

### **I.1.5. Types de grandeurs physiques**

On peut classer les grandeurs physiques en six familles, chaque capteur s'associant à l'une de ces six familles :

- Mécanique : déplacement, force, masse, débit etc.....
- Thermique : température, capacité thermique, flux thermique etc.....
- Electrique : courant, tension, charge, impédance, diélectrique etc.....
- Magnétique : champ magnétique, perméabilité, moment magnétique etc.....
- Radiatif : lumière visible, rayons X, micro-ondes etc.....
- (Bio) Chimique : humidité, gaz, sucre, hormone.

## **I.2. Classification des capteurs**

On classe les capteurs en deux grandes familles, en fonction de la caractéristique électrique de la grandeur de sortie, cette classification influe sur le conditionneur qui lui est associé.

### **I.2.1. Capteurs passifs**

Le capteur se comporte en sortie comme un dipôle passif qui peut être résistif, capacitif ou inductif. Le tableau (I-1) montré ci-dessous résume en fonction de la mesurande, les effets utilisés pour réaliser la mesure :

Mesurande.	Effet utilisé. (grandeur de sortie)	Matériaux.
Température.	Résistivité.	Platine, Nickel, Cuivre Semi- conducteur.
Très basse Température.	Constante diélectrique.	Verre.
Flux optique.	Résistivité.	Semi- conducteur.
Déformation.	Résistivité. Perméabilité.	Alliages Nickel. Alliages ferromagnétiques.
Position.	Résistivité.	Magnétorésistances :Bismuth, Antimoine, d'indium.
Humidité.	Résistivité.	Chlorure de lithium.

**Tableau(I-1) :Effets utilisés pour la mesure par les capteurs passifs**

### 1.2.2. Capteur actifs

Dans ce cas la sortie du capteur est équivalente à un générateur. C'est un dipôle actif qui peut être de type : courant, tension, ou charge .Les principes physique mis en jeu sont présentés ci-dessous dans le tableau (I-2) :

Mesurande.	Effet utilisé.	Grandeur de sortie.
Température.	Thermoélectricité. (Thermocouple).	Tension.
Flux optique.	Photoémission. Pyroélectricité.	Courant. Charge.
Force, pression accélération.	Piézoélectricité.	Charge.
Position.	Effet hall.	Tension.
Vitesse.	Induction.	Tension.

**Tableau(I-2) :Principes physiques mis en jeu pour les capteurs actifs**

### I.3. Caractéristiques des capteurs

Le choix du capteur est primordial car l'interprétation de la mesure est faite à partir du signal délivré par le capteur et non par l'information donnée au capteur, il faut donc bien choisir le capteur et bien connaître ses caractéristiques et ses limites de fonctionnement.

Dans la plupart du temps, le capteur s'appuie lui-même sur un phénomène physique et sa réalisation concrète conduit à des caractéristique techniques :

- caractéristiques statiques.
- caractéristiques dynamiques.

### **I.3.1. Caractéristiques Statiques des Capteurs**

Les instruments de bords entrent dans la catégorie générale des instruments de mesure dont les caractéristiques générales sont :

#### **I.3.1.1. Qualité de mesure**

Les qualités essentielles d'un capteur ou d'un instrument s'expriment par trois notions très répandues en instrumentation :

##### **\* La fidélité**

Elle définit la qualité d'un capteur à délivrer une mesure répétitive sans erreurs. L'erreur de fidélité correspond à l'écart type obtenu sur une série de mesures correspondant à une mesurande constante.

##### **\* La justesse**

C'est l'aptitude d'un capteur à délivrer une réponse proche de la valeur vraie et ceci indépendamment de la notion de fidélité, elle est liée à la valeur moyenne obtenue sur un grand nombre de mesures par rapport à la valeur réelle.

##### **\* La précision**

Elle définit l'écart en% que l'on peut obtenir entre la valeur obtenue en sortie du capteur et la valeur vraie ainsi un capteur précis aura à la fois une bonne fidélité et une bonne justesse.

#### **I.3.1.2. Etude de mesure (EM)**

La caractéristique, du capteur, qui définit la plage des valeurs de la mesurande pour lesquelles le capteur répond aux spécifications du constructeur. Les limites de cette plage étant  $M_{\min}$  et  $M_{\max}$ , on pose donc :  $EM = M_{\max} - M_{\min}$

### I.3.1.3. La linéarité

Un capteur est dit linéaire, si dans l'étendu de mesure  $S$  ( $m$ ) est une fonction linéaire de ( $m$ ), sa sensibilité est alors constante dans cette plage de fonctionnement.

### I.3.1.4. La sensibilité

La sensibilité ( $s$ ) est donnée par la déviation ( $o$ ) de l'organe indicateur, souvent une aiguille, pour l'unité de la grandeur ( $x$ ) à mesurer dans une plage de variation ( $x$ ) déterminée. Elle est donc égale à la pente de la courbe de graduation «  $O=f(x)$  » soit  $S=do/dx$ .

Si la courbe de la graduation est une droite, l'instrument a une courbe de graduation linéaire : la sensibilité ( $S$ ) est alors constante sur toute l'étendue de mesure.

### I.3.1.5. La fonction de transfert

C'est la caractéristique principale, elle permet d'avoir la fonction mathématique de conversion (grandeur physique-signal électrique).

Elle est fournie par le constructeur ou déterminée par l'expérience.

## I.3.2. Caractéristiques dynamiques des capteurs

Pour mieux valider les mesures effectuées par un instrument, il faut connaître l'aspect du comportement dynamique de l'élément de transduction et du système de mesure. A cet effet, l'analyse d'un système de mesure nous amène à étudier sa réponse vis-à-vis de l'entrée principale et des perturbations, pratiquement, ces réponses ne peuvent être calculées; ceci est attesté par le caractère aléatoire de ces entrées ainsi il est recommandé, de réaliser une étude basée essentiellement sur la réponse aux entrées typiques, quelles sont classées d'une manière générale en deux catégories :

- Entrées non sinusoïdales.
- Entrées sinusoïdales.

Les entrées typiques nous permettent de déterminer les caractéristiques dynamiques de capteurs suivants :

- \* Le temps de réponse
- \* La stabilité de mesure.
- \* La fréquence de coupure.
- \* Influence du capteur sur la grandeur mesurée tel que l'atténuation et déphasage.

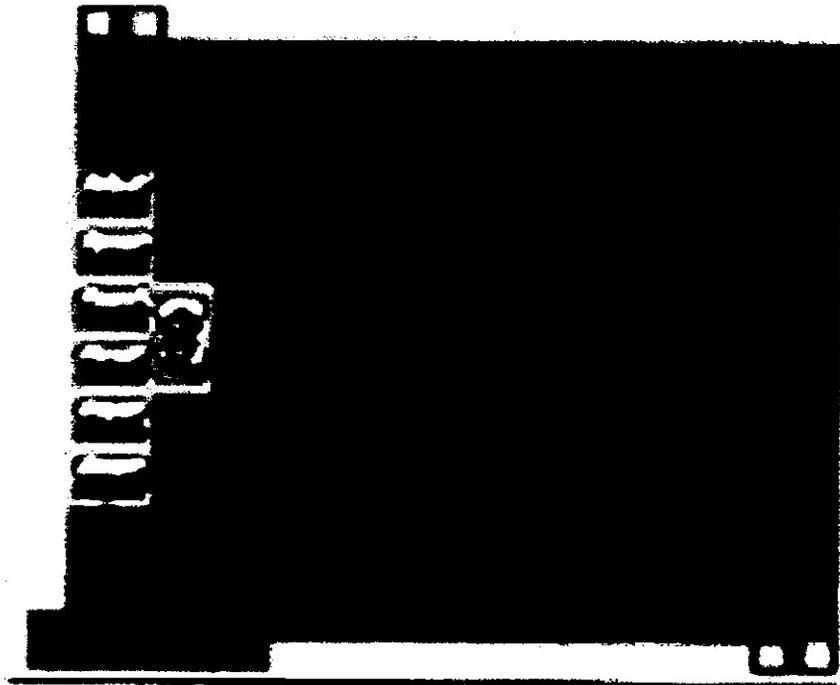
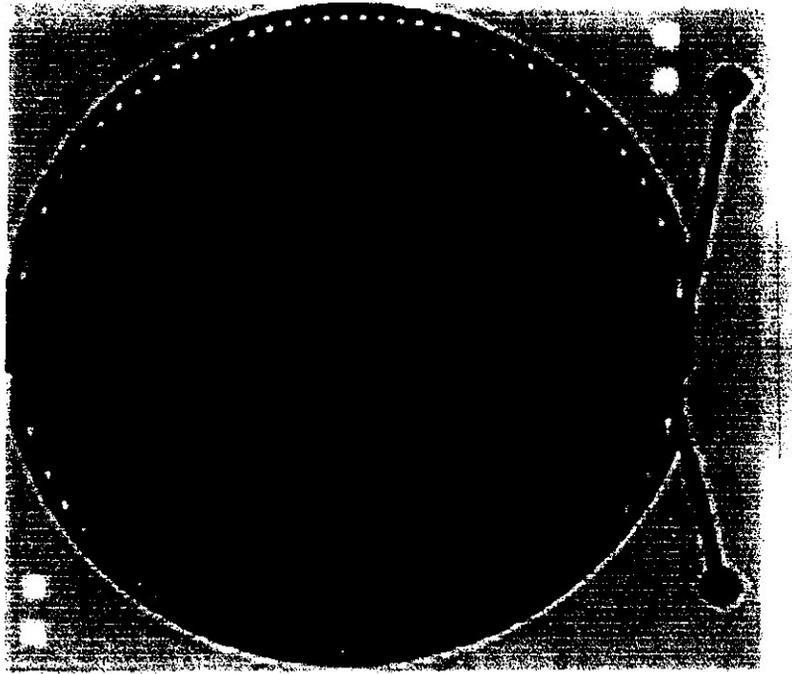
#### **I.4. capteur de pluie**

Il porte la référence « IBR273 ».

Il se présente sous la forme d'une plaquette sur substrat céramique (alumina) aux dimensions de 34x36mm environ (figure I-4).

sur sa face supérieure, on reconnaît les fines rayures de la sonde de détection capacitive qui présente une valeur nominale de 100 pF (avec humidité de 10%). Sur l'autre face, celle dessous en fonctionnement normal, on devine le tracé de la résistance chauffante est d'une valeur nominale de 42 Ohm elle peut dissiper une puissance de 3,5w sous une tension de 12 volts, intensité de fonctionnement de 292 ma.

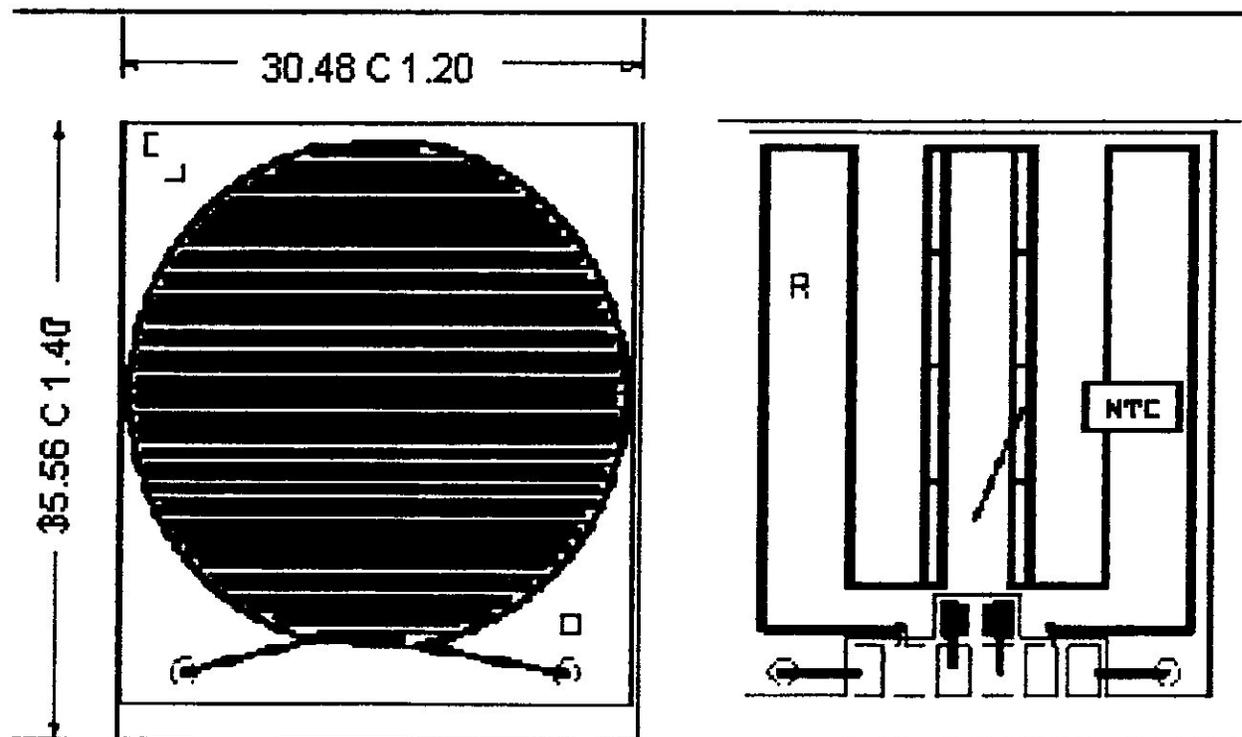
Une température maximale de 106°C en surface peut être atteinte selon les renseignements technique fournis. On comprend aisément qu'une température de type CTN d'une valeur spécifique de 1 kΩ à 25°C



**figure(1-3):capteur de pluie IBR273**

### I.4.1. Caractéristique du capteur de pluie

- Mode de détection : Capacitif
- Technologie : Substrat céramique(AL203)
- Capacité nominale : 100 PF (10%)
- Résistance chauffante : 42ohms 10% ( $P_r=3,5$ Watt à 12 V)
- NTC : 1Kohm/25°C



**figure(I-4):caractéristiques du capteur de pluie IBR273**

### I.5. Thermistances CTN

C'est une résistance constituée par un semi-conducteur à coefficient de température négatif.

Sa caractéristique de base est lorsque la résistance électrique diminue, la température augmente.

Elles sont constitués d'un oxyde métallique qui a été réduit en poudre.

#### Relation entre la température et la résistance

Quand la température  $T$  croit d'une valeur  $\Delta T$  la résistance  $R$  croit aussi de la valeur  $\Delta R$ .

$$\Delta R = R_0 \alpha \Delta T.$$

On prend la température initiale  $T_0 = 0^\circ\text{C}$ .

$$R_t = R_0 + \Delta R$$

$$\Rightarrow R_t = R_0 + R_0 \alpha \Delta T$$

$$\Rightarrow R_t = R_0 (1 + \alpha \Delta T) \text{ avec :}$$

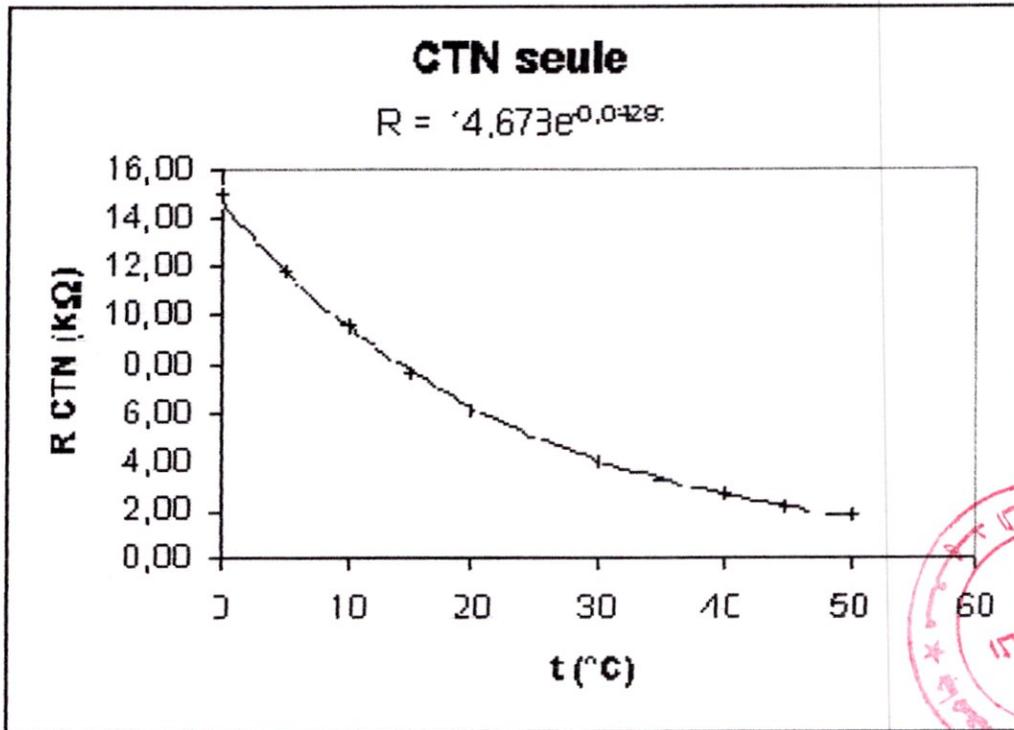
$$\Delta T = T - T_0 = T$$

$R_0$  : Résistance de température initiale  $0^\circ\text{C}$ .

$\alpha$  : Facteur de température.

$T$  : Température.

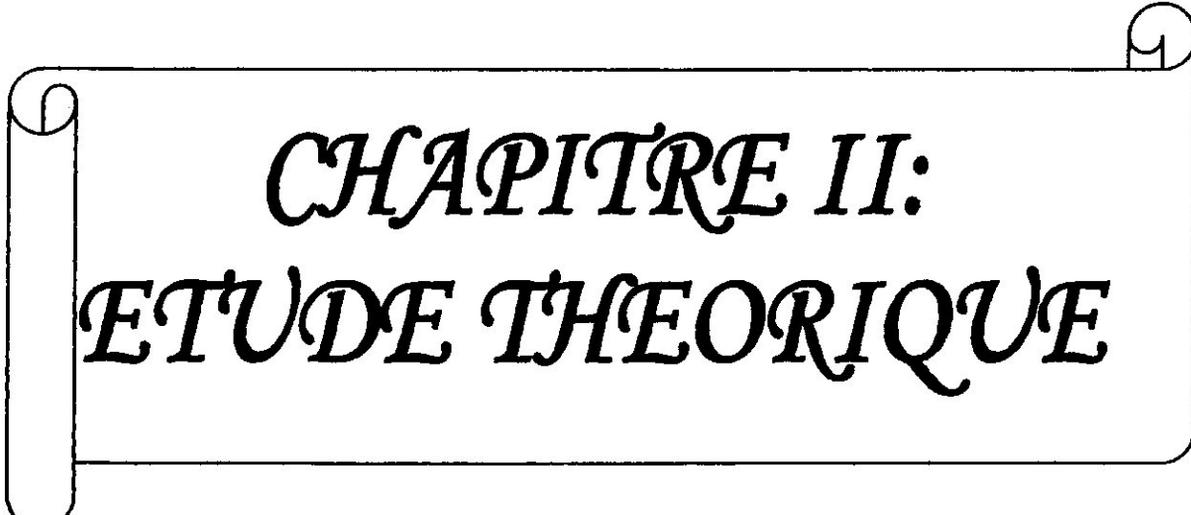
Donc la valeur de la résistance est  $R = R_0 (1 + \alpha \Delta T)$ .



**figure(I-5) :variation de la résistance avec la température**

On obtient le modèle suivant:

la résistance de la C.T.N. varie en fonction de t dans l'intervalle considéré (0°C – 50°C) selon  $R = a e^{-bt}$  avec  $a = 14,68 \text{ k}\Omega$  et  $b = 0,043 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$



*CHAPITRE II:  
ETUDE THEORIQUE*

## **Introduction**

Le projet consiste à réaliser un détecteur de pluie, qui est capable d'actionner un relais dès qu'il perçoit quelques gouttes d'eaux sur sa face sensible.

Ce chapitre consiste à tirer une étude théorique sur chaque étage du montage, cela pour bien comprendre le fonctionnement du capteur.

### **II.1. Principe générale du détecteur**

Son principe de fonctionnement repose sur une détection de type capacitive associée à un oscillateur à fréquence variable.

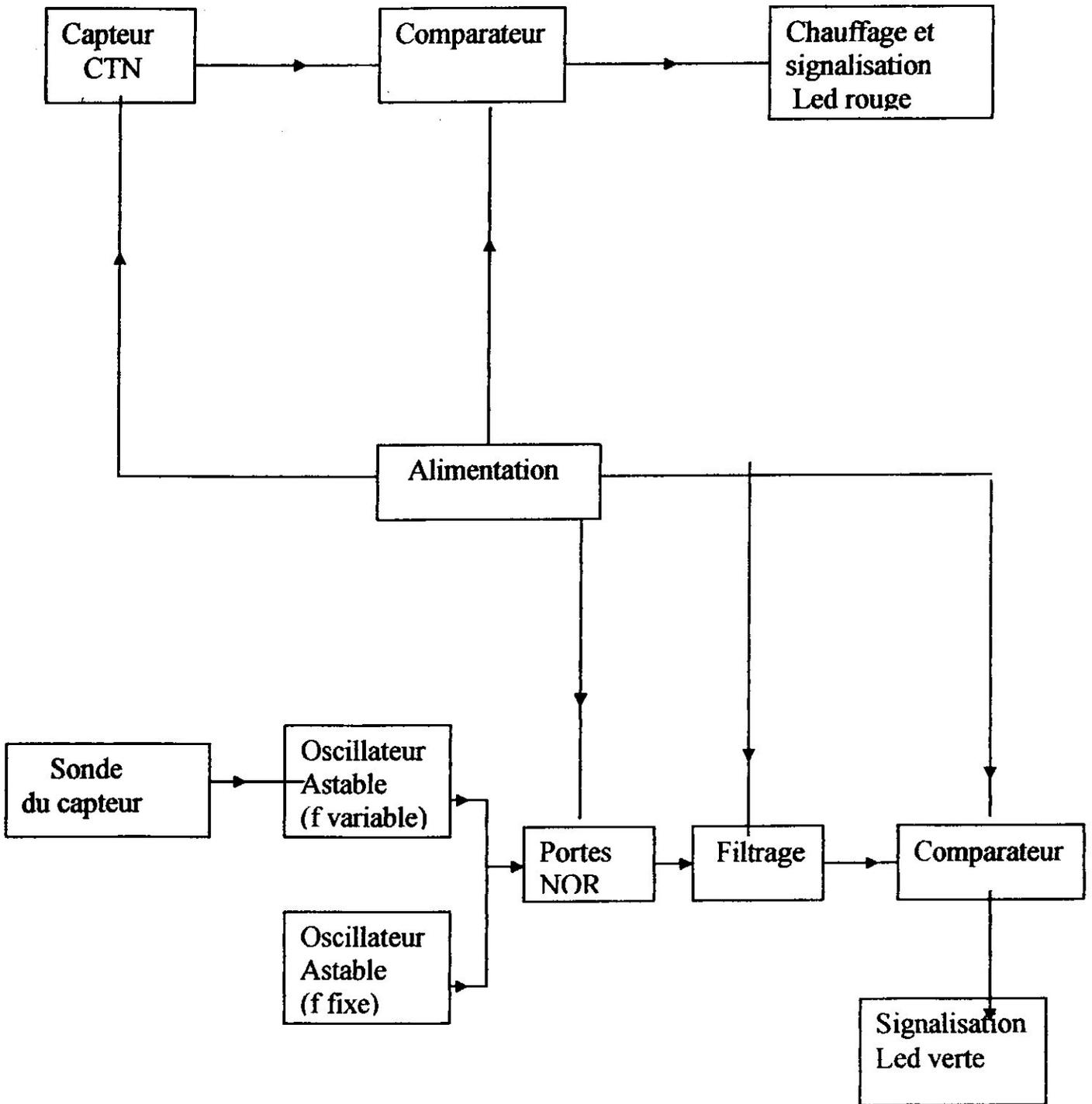
Ce principe est basé sur la variation de capacité, les gouttes d'eau modifie la capacité résiduelle du capteur par modification du constant diélectrique.

Son secret consiste en une résistance chauffante intégrée dotée d'un minuscule capteur CMS de type CTN, le tout sur substrat céramique particulièrement résistant aux abrasions mécaniques.

### **II.2. Schéma synoptique**

Le schéma synoptique est donné par la figure (II-1) et comprend les étages suivants :

- Etage d'alimentation
- Etage de la gestion du chauffage
- Etage de la sonde de détection capacitive



**Figure (II-1) : Schéma synoptique**

II.3. Schéma électrique

Il est montré ci-dessous, dans la figure (II-2)

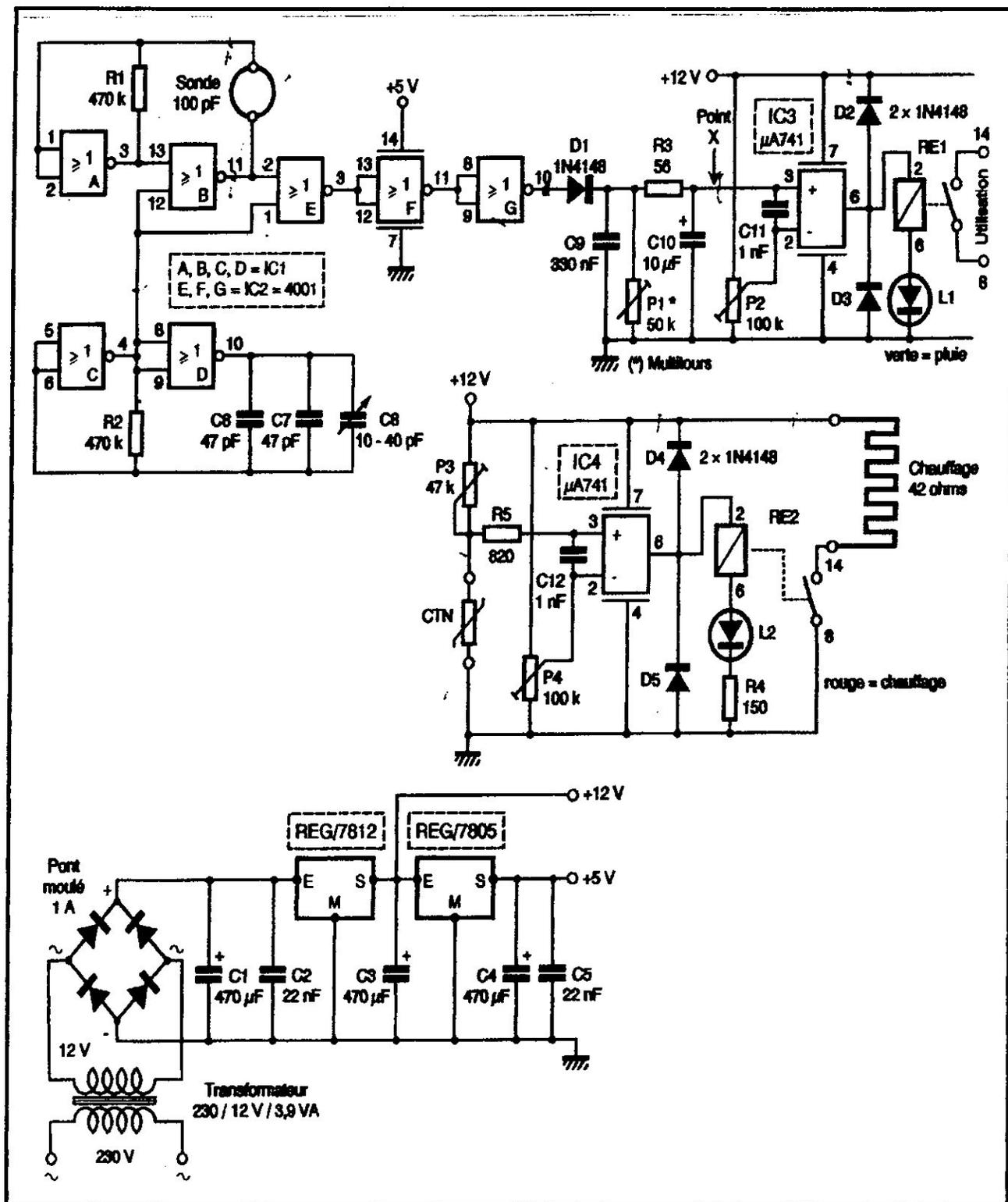
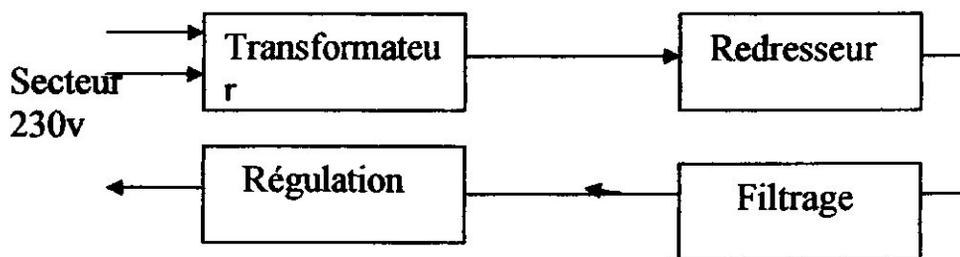


Figure (II-2) : schéma électrique

## I.4. Description du fonctionnement de chaque étages

### II.4.1. Description de l'étage d'alimentation

Le rôle d'une alimentation continue est de fournir des tensions et des courants nécessaire au fonctionnement de l'équipement électronique avec le minimum d'ondulation résiduelle et la meilleure régulation possible.



**figure (II-3) :Schéma synoptique de l'alimentation**

L'énergie nécessaire provient bien étendu du secteur 230v.

#### II.4.1.1. Le transformateur

Il abaisse la tension alternative à une valeur efficace de 12v au niveau de l'enroulement secondaire.

On a les égalités suivantes :  $I_1/I_2=N_2/N_1=V_2/V_1=230/12$ .

- $I_1$  : Courant sur l'enroulement primaire.
- $I_2$  : Courant sur le secondaire.
- $V_1$  : Tension primaire 230v.
- $V_2$  : Tension secondaire 12v.

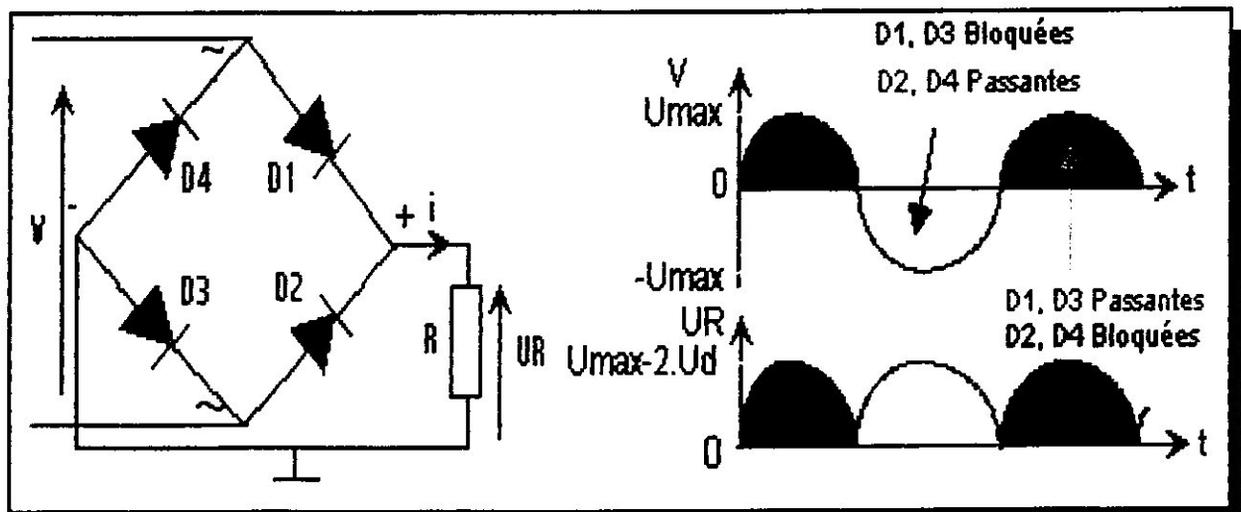
- $N_1$ : Nombre de spires primaires
- $N_2$ : Nombre de spires secondaires.

De l'égalité précédente on conclue que si sur le secondaire, la tension plus faible, l'intensité du courant est par contre plus supérieure.

La puissance dissipée est la même sur les deux enroulement.

#### II.4.1.2. Le redressement

Après la transformation, un pont de diodes effectue le redressement des deux alternances. Ce redressement consiste à ramener l'alternance négative dans la zone positive.



**Figure (II-4) : Redressement**

### II.4.1.3. Filtrage

Pour obtenir cette opération il est nécessaire d'insérer dans le circuit un condensateur de filtrage qui se charge au cours de pentes positives de la tension et se décharge lorsque cette dernière avoisine le zéro.

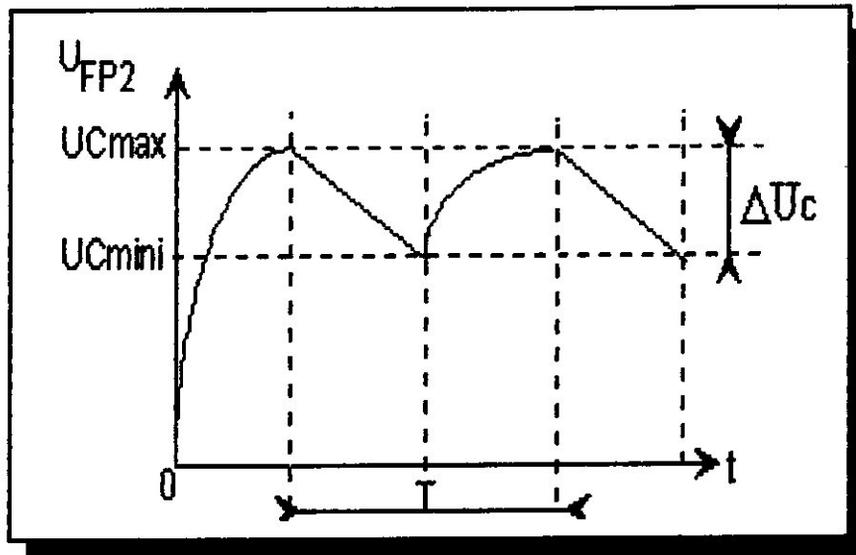


Figure (II-5) : Filtrage

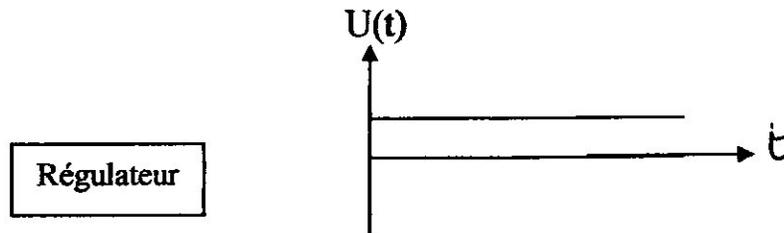
### II.4.1.4. La régulation

Pour la régulation et la stabilisation finale du courant continue, on utilise un régulateur à trois bornes.

Dans notre montage, on a utilisé deux régulateurs de tension successifs délivrent les tensions choisies de 12volts et 5 volts.

- Le régulateur 7805 pour avoir la tension 5v.
- Le régulateur 7812 pou avoir la tension 12v.

Après les régulateurs, on a les condensateurs de découpage, pour empêcher les oscillations et améliorer les caractéristiques de réponse en transitoire.



**Figure (II-6) : Régulation**

## II.4.2. Description de l'étage de la sonde du capteur

### II.4.2.1. Sonde de détection capacitive

Elle présente une valeur nominale de 100 PF (avec humidité de 10 %).

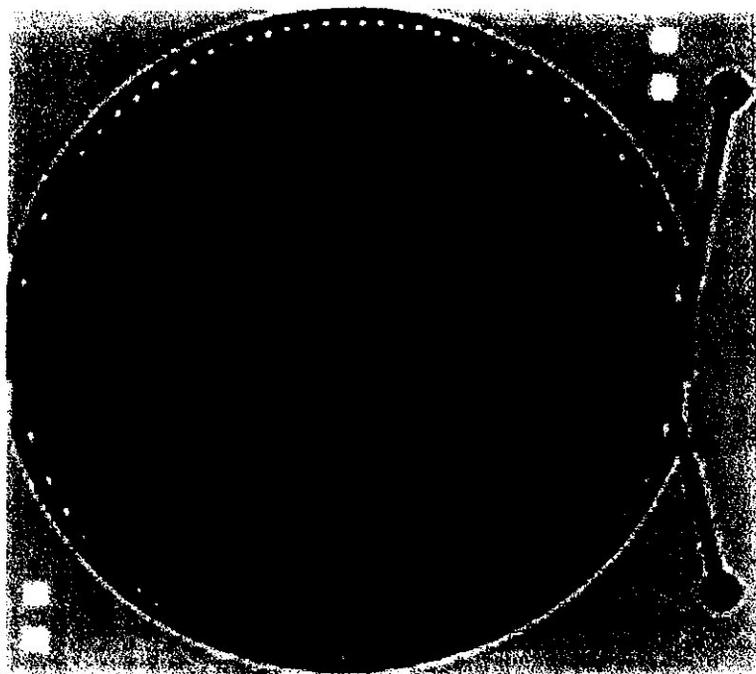
Cette face sensible actionne un relais dès qu'elle perçoit quelques gouttes d'eau, mais surtout, elle reste insensible à l'humidité d'une brume ou à la rosée matinale.

La sonde du capteur est équivalente à un condensateur, la présence de gouttes d'eau sur cette face sensible provoque une variation de la capacité par modification de sa constante diélectrique.

Le réseau constitué par R1 et la capacité du capteur permet de convertir le signal carré en un signal impulsionnel.

Si les conditions sur R1 sont parfaitement définies et stables dans le temps, les variations observées dans la forme des impulsions seront uniquement dues aux variations de la capacité du capteur

La figure (II-7) présente un schéma de la sonde du capteur.



**figure (II-7) : sonde de détection capacitive**

#### II.4.2.2. L'oscillateur Astable

C'est un petit circuit produisant un signal périodique, sous forme de créneaux rectangulaire, d'une fréquence déterminée, et capable, par exemple, de faire clignoter une LED (si la fréquence est proche de 1HZ) ou d'émettre un son (si la fréquence est audible) dans un haut parleur.

Les oscillateurs utilisés dans ce circuit sont des astables à portes NOR en technologie CMOS.

Deux oscillateurs astables, l'un à fréquence fixe (portes NOR C et D), l'autre à fréquence variable (portes NOR A et B), figure (II-8), permettant de générer une modification de largeur d'impulsion

En faisant varier  $C_{\text{ajustable}}$ , la fréquence d'oscillation peut être ajustée entre quelques centaines de Hz et plusieurs MHz.

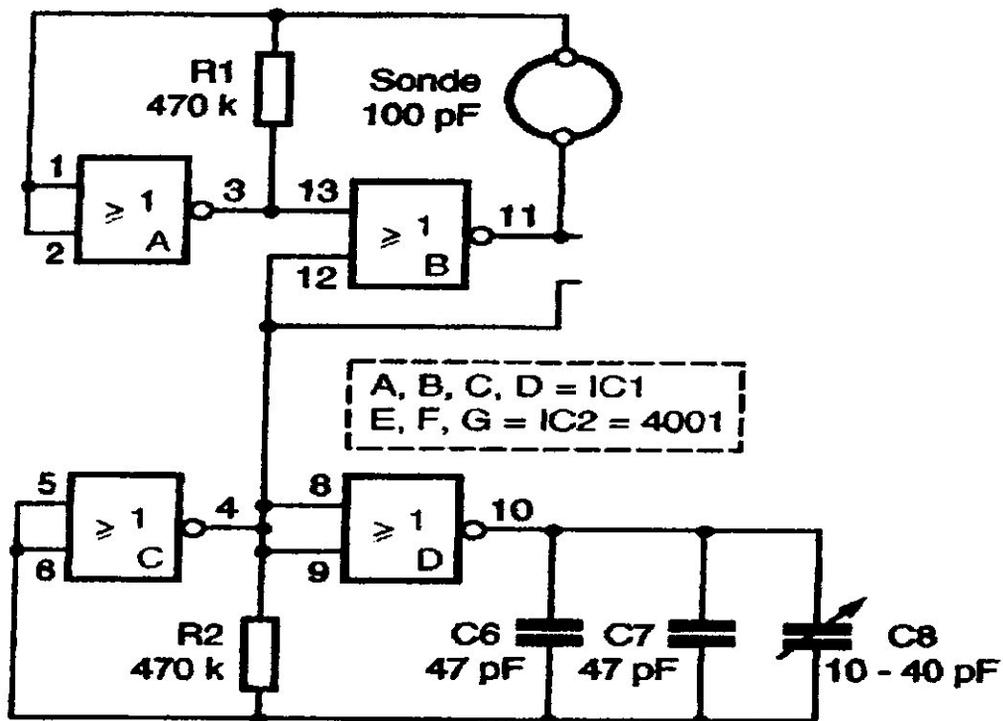


Figure (II-8) : synoptique de l'oscillateur

### II.4.2.3. Porte NOR

La fonction NOR (NON OU) est constituée de la fonction Not et de la fonction OR. Les entrées de la fonction NOR passent d'abord par la fonction OR avant que la sortie soit inversée.

Le tableau (II-1) montre la table de vérité d'une porte NOR en technologie CMOS :

E1	E2	E3
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

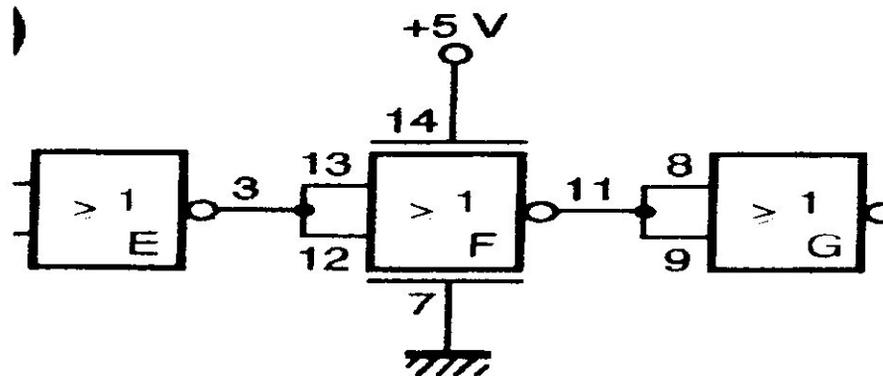
**Tableau (II-1) : Table de vérité de la porte NOR**

La porte NOR se schématise ainsi



**figure (II-9) : schéma synoptique d'une portes NOR**

Les trois portes E, F et G montrées dans la figure (II-10), permettent la mise en forme des impulsions produites par les oscillateurs astables.



**figure (II-10) : étage de la mise en forme**

### II.4.2.4. Filtrage

Après la diode anti-retour D1, on trouve les acteurs C9 ,P1,R3 et C10, capables tous ensemble de réaliser :

- Une intégration : C'est à dire à convertir la fréquence d'oscillation variable en une tension exploitable.

La détection de la pluie se traduira par une tension de plusieurs volts au point X du schéma de la figure (II-11), valeur ajustable aisément en actionnant P1.

- Un filtrage : Ces composants sont capables de réaliser le filtrage du signal.

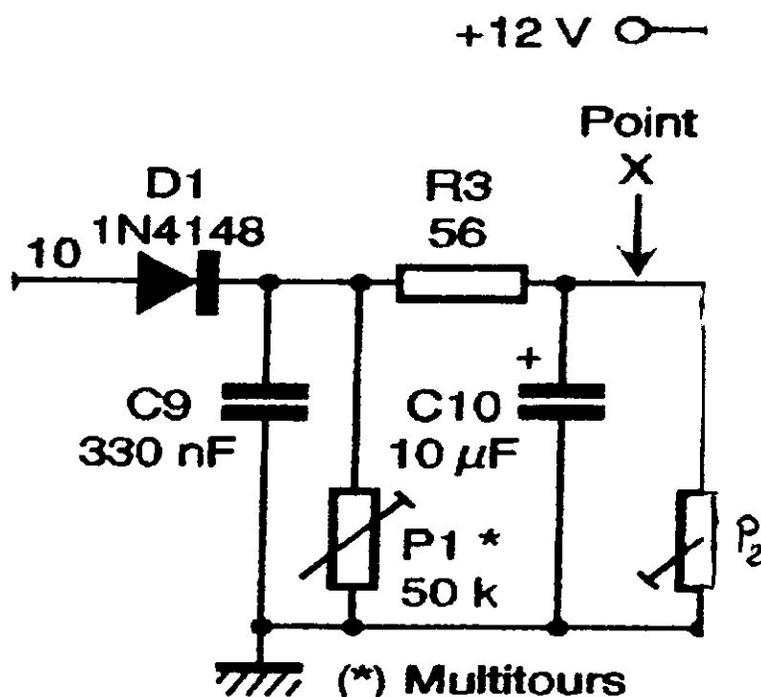


Figure (II-11) : Schéma du circuit de filtrage

### II.4.2.5. Comparateur

Le circuit de comparaison montré sur la figure (II-12) est un montage électrique permettant pendant son fonctionnement de comparer deux signaux différents (amplificateur opérationnel de différence).

L'AOP ne fonctionne pas en régime linéaire. La sortie va donc prendre deux états correspondant aux tensions d'alimentation soit :  $V_{CC}$  si  $V^+$  supérieur à  $V^-$  et  $V_{SS}$  si  $V^+$  inférieur à  $V^-$ .

Pour cela un montage AOP, comparateur de tension, est utilisé pour activer ou non un petit relais REED en sortie.

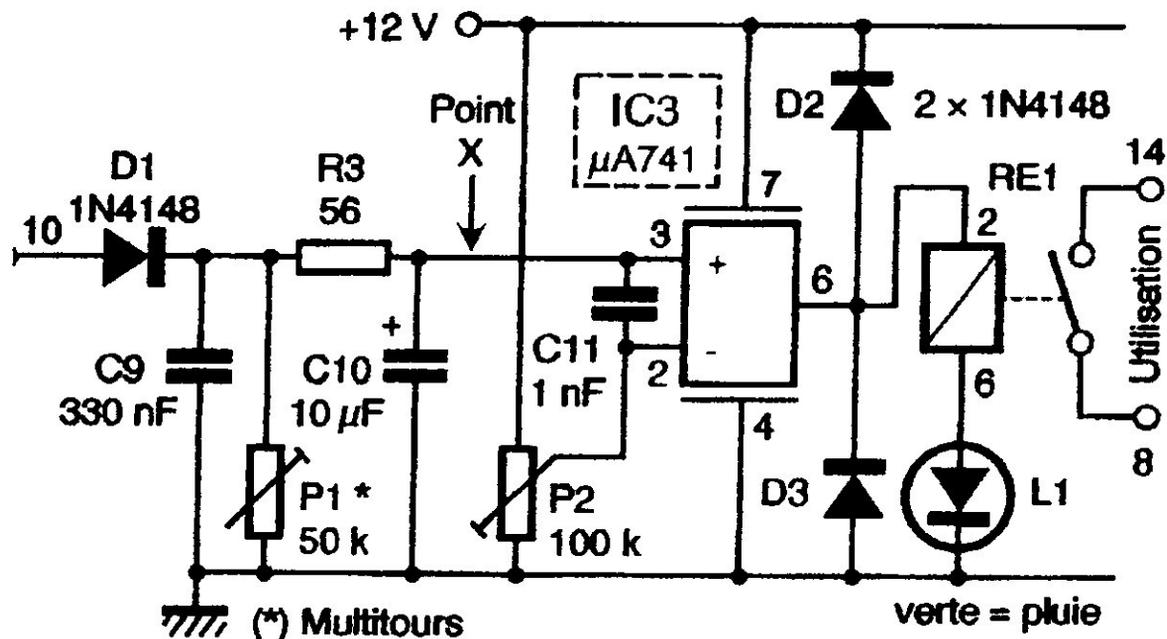
Le seuil de basculement de ce comparateur est réglable sur l'ajustable  $P_2$  entre 0 et 12 volts (tension d'alimentation).

Il reçoit sur ces deux entrées deux tensions :

Si la tension sur l'entrée  $e^+$  (broche 3 de IC3) est supérieur à celle présenté sur l'entrée  $e^-$  (broche 2 de IC3) la sortie de l'étage AOP passe au niveau haut proche de la tension d'alimentation, alors le relais REED est alimenté.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire si la tension sur l'entée  $e^+$  est inférieure à la tension sur l'entrée  $e^-$ , le relais n'est plus alimenté.

L'état du comparateur est visualisé par une diode LED.



**Figure (II-12) : Circuit de comparaison de l'étage de la sonde**

#### II.4.2.6. Signalisation ( LED :Light Emetting Diode)

La signalisation dans cet étage se réalise par une diode LED verte (light emetting diode).

Les diodes électroluminescentes sont des jonctions utilisant des composés variés pour lesquels le passage du courant s'accompagne d'une émission de lumière.

La bobine du petit relais RE1 est en série avec la diode électroluminescente L1. Quand la bobine sera mise sous tension, la diode verte L1 s'allume pour indiquer qu'il y a une pluie.

### II.4.3. Description de l'étage de la gestion du chauffage de la sonde

La gestion du chauffage de la sonde est basé sur un principe identique que celui de l'étage précédent.

### II.4.2. Capteur CTN

La thermistance CTN présente un dispositif (thermostat à température ajustable) qui permet de relever la résistance en fonction de la température.

Plus la température s'élève et plus  $R_{CTN}$  diminue, elle laisse alors passer plus en plus de courant.

Le détecteur CTN forme un pont diviseur avec l'ajustable P3 et vient commander à travers la résistance R5 l'entrée non inverseuse de l'AOP IC4, comme l'indique la figure (II-13).

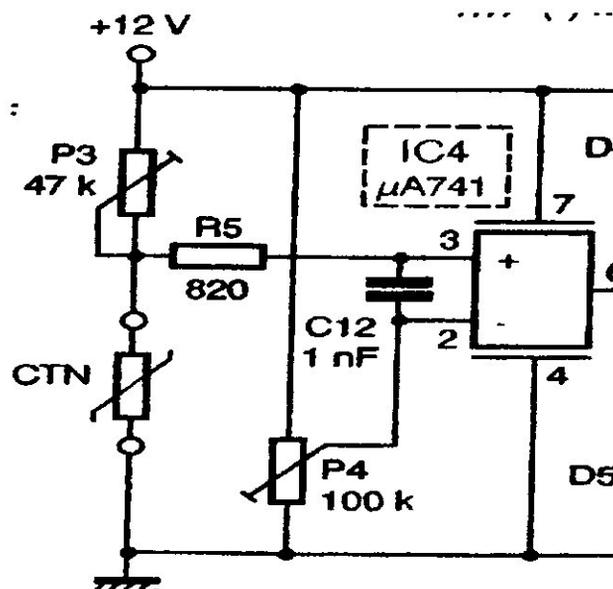


figure (II-13) : Circuit de la CTN

Quand il y a une pluie la température extérieure diminue, ce qui implique une augmentation de  $R_{CTN}$ .

Plus  $R_{CTN}$  augmente, plus la tension V1 augmente aussi.

- $R_{CTN}$  est égale à  $1K\Omega$  à  $25^{\circ}C$ .
- $V1 = (R_{CTN} / P3 + R_{CTN}) I2$ .

Avec ces relations on peut avoir le tableau (II-2) suivant :

Température (°C)	$R_{CTN}$ (k $\Omega$ )	V1 (volts)
1	25	4.16
5	5	1.15
10	2.5	0.6
15	1.66	0.4
20	1.25	0.31
25	1	0.25
30	0.83	0.2
35	0.71	0.17
40	0.62	0.15

**Tableau (II-2) : correspondance température/tension**

### II.4.2.1. Comparateur

On a utilisé dans cet étage le même type de comparateur utilisé dans l'étage précédent, alors même principe de fonctionnement.

Ce comparateur reçoit sur ces deux entrées deux tensions, tel que le point de basculement est choisi par l'ajustable P4.

Si la tension sur l'entrée de la broche 3 de IC4 est supérieure à celle présentée sur l'entrée de la broche 2, le relais RE2 est alimenté.

Dans le cas contraire, si la tension sur l'entrée de la broche 3 de IC4 est inférieure à celle présentée sur l'entrée de la broche 2 de IC4, le relais RE2 n'est plus alimenté.

La figure (II-14) montre le circuit de comparaison de l'étage du chauffage

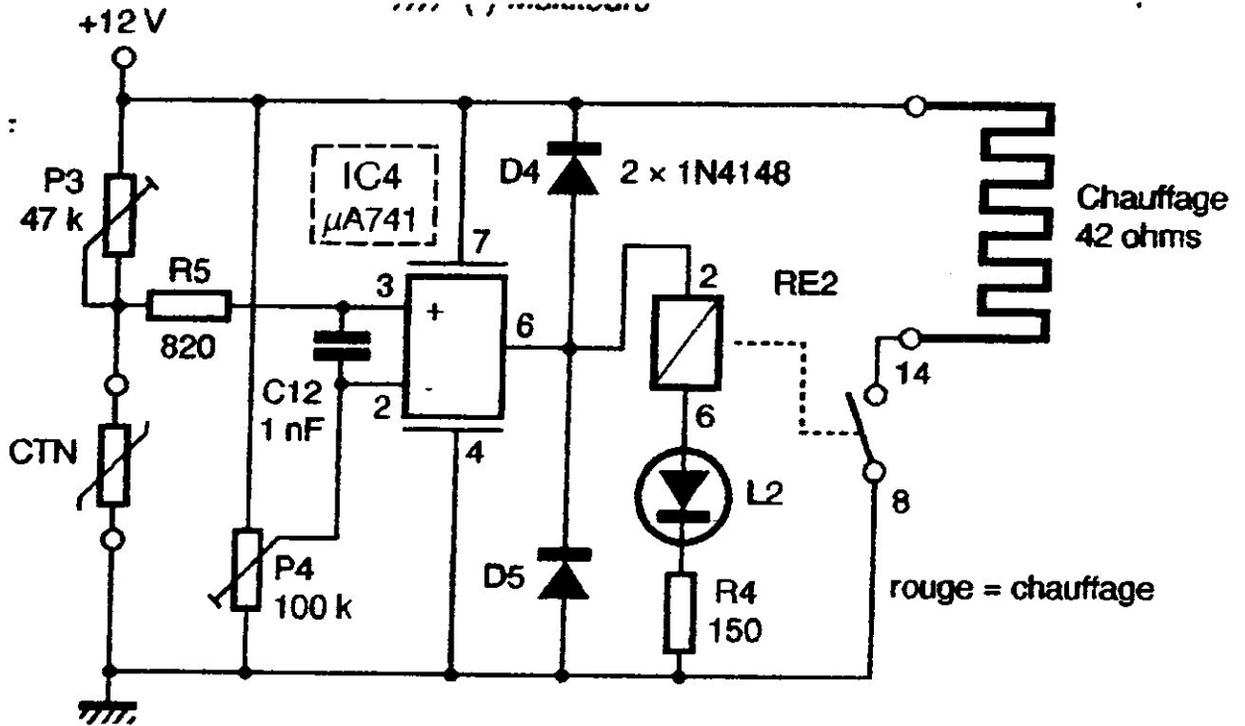
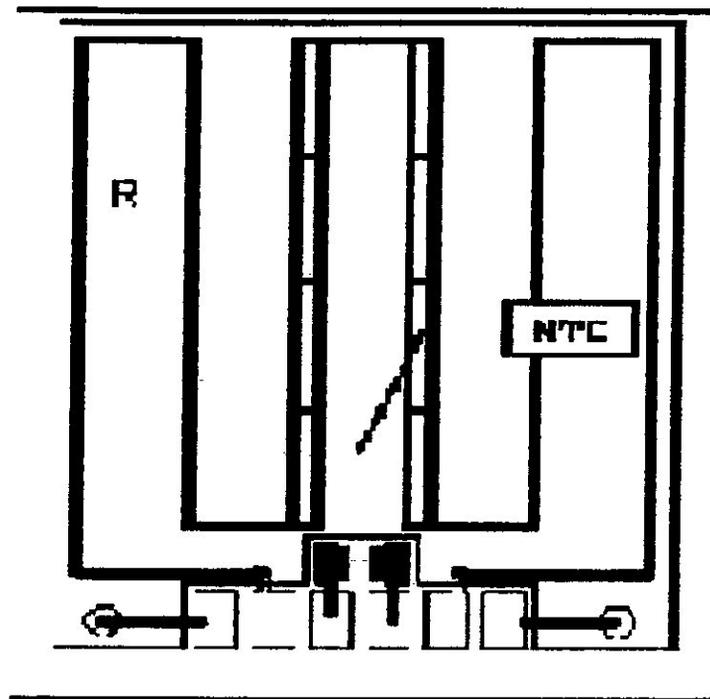


figure (II-14) : Circuit de comparaison de l'étage du chauffage

### II.4.2.2. Chauffage

Le chauffage est d'une valeur nominale de  $42\ \Omega$ .

Il peut dissiper une puissance de 3,5w sous une tension de 12v, donc intensité de fonctionnement de 292 mA. Une température maximale de  $106^{\circ}\text{C}$  en surface peut être atteinte. Il est représenté sur la figure (II-15)



**figure (II-15) : Chauffage de la sonde**

Le chauffage est commandé par le relais REED (RE2), c'est ce dernier qui est chargé à travers son contact ILS de mettre sous tension ou non la résistance de chauffage intégrée sous la sonde. Figure (II-16).

L'allumage du chauffage est immédiat. sa puissance vaut 3.5W à 12V (humidité 10%), lorsqu'il est mis sous tension par le relais sa puissance augmente ce qui implique une augmentation de sa température.

La température atteinte est limitée par l'ajustable P4 (environ 55°C sur cette maquette).

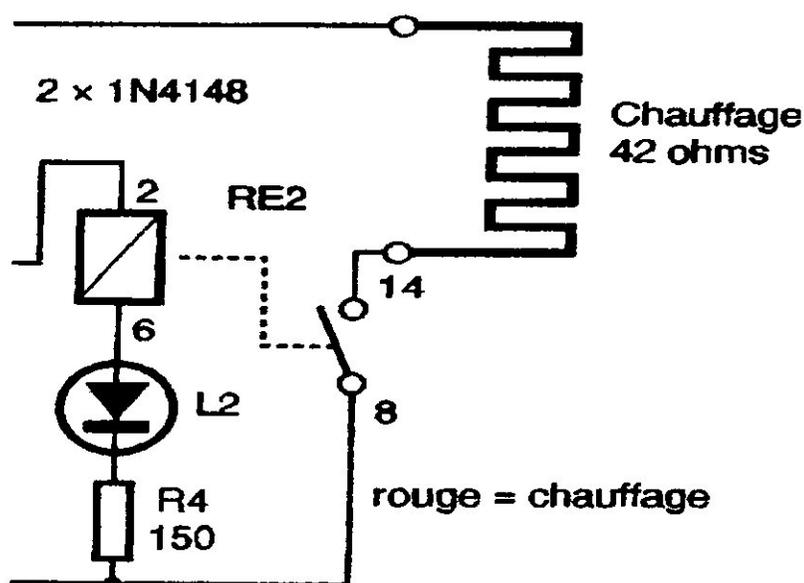
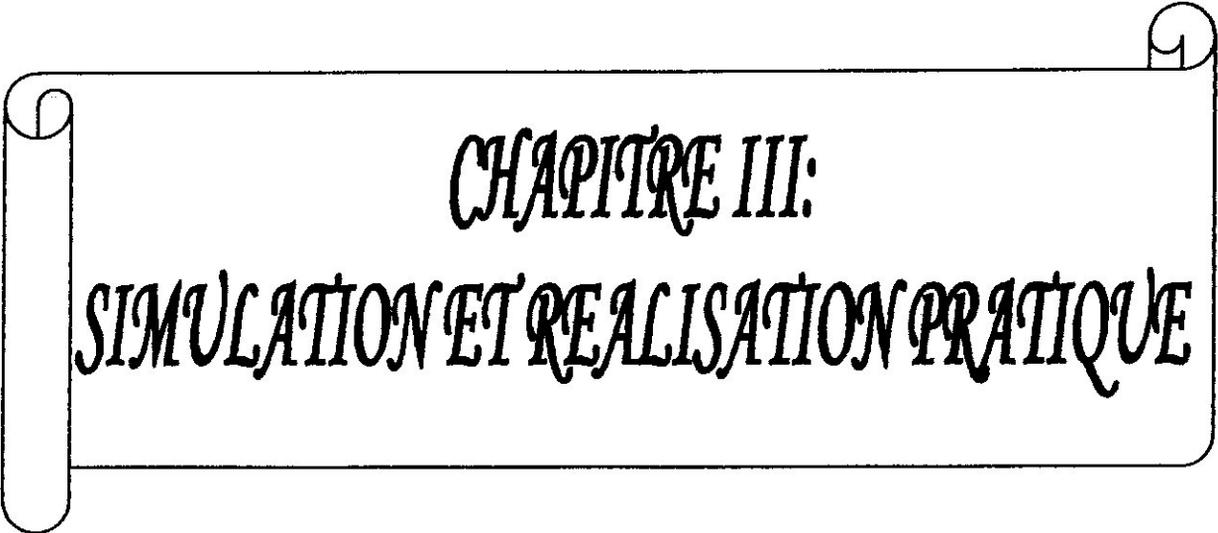


figure (II-16) : Circuit du chauffage

### II.4.2.3. Signalisation (LED :Light Emetting Diode)

C'est le même principe que l'étage précédent, quand la bobine du relais REED (RE2) sera mise sous tension, la diode rouge L2 s'allume pour indiquer le bon fonctionnement du chauffage.

A decorative scroll graphic with a black outline and rounded corners. The scroll is unrolled in the middle, with the top and bottom edges curving upwards and downwards respectively. The text is centered within the scroll.

*CHAPITRE III:  
SIMULATION ET REALISATION PRATIQUE*

## Introduction

J'ai réalisé ce projet par deux méthodes complémentaires :

- Simulation par le logiciel MULTISIM7
- Réalisation sur plaquette Hitchman.

### III.1. Simulation par le logiciel MULTISIM 7

#### III.1.1. Simulation de l'étage de la gestion du chauffage

Après avoir simulé le deuxième étage par le logiciel MULTISIM 7, j'ai trouvé le résultat suivant :

On faisant varier  $R_{CTN}$  la tension  $V1$  augmente alors la sortie du comparateur passe au niveau haut proche de la tension d'alimentation et alimente le relais. Le contact ILS de ce dernier se ferme pour que la résistance du chauffage sera mise sous tension.

#### **\*Variation de l'état du contact du relais en fonction de $V1$ et $V2$**

On prend  $P3 = 47\text{ K}\Omega$ ,  $P4 = 50\text{ K}\Omega$

Le tableau (III-1) suivant présente l'état du contact du relais en fonction des tensions  $V1$  et  $V2$ .

$R_{CTN}$ (K $\Omega$ )	V1	V2 (V)	État du contact du relais
1	489 mV	6	Ouvert
2	941.17 mV	6	Ouvert
5	2.1 V	6	Ouvert
10	3.58 V	6	Ouvert
15	4.67 V	6	Ouvert
20	5.51 V	6	Ouvert
25	6.18 V	6	Fermé
30	6.72 V	6	Fermé

**Tableau (III-1) : Variation de l'état du relais en fonction de V1 et V2**

## III.2. Réalisation pratique

Dans cette partie, je me suis contenté de réaliser mon montage sur une plaquette Hitchman, qui est une plaquette en plastique qui comprend des trous aux quels je peux connecter mes fils d'alimentation et mes composants électroniques.

C'est une plaquette d'essai et elle est le plus important transit vers le circuit imprimé, qui, lui est réalisé sur plaquette fabriquée spécialement pour cette effet.

### III.2.1. Circuit imprimé

Pour réaliser le circuit imprimé de notre montage, on utilise un procédé photographique, c'est à dire l'utilisation des plaques pré-sensibilisée, cette méthode permet de reproduire plusieurs plaquettes identiques. Sans avoir à faire à chaque fois le dessin sur les rubans de cuivre, et aussi pour éviter les fautes de dessin pendant l'utilisation d'un crayon feutre spécial pour ce type de circuit imprimé.

Au niveau de sa conception quelques straps ont été nécessaire pour éviter le double face parce qu'il est un peu cher.

Tous les trous sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre, les pastilles plus grand à l'aide d'un foret de 1mm et plus suivant le diamètre des connexions des composants à implanter.

### III.2.2. Implantation des composants

Comme toujours en premier lieu, on implantera les diodes, les résistances, les capacités et les transistors. Les straps peuvent être réalisés à l'aide des chute de connexions de résistances et de diodes, une attention toute particulière est apportée quand on respecte des orientation des différents composants polarisés. Toute erreur à ce niveau entraîne sérieusement le bon fonctionnement du circuit, ce serait dommage. De même des précautions à prendre lors de la soudure des circuits intégrés : en pratique une bonne solution consiste à souder par exemple toutes les broches n° : N, puis toutes les broches n° : N+1, etc.

Les deux ajustables seront raccorder avec le micro-electret, ce dernier sera à souder sur « échasses » : il aura ainsi une stabilité mécanique suffisante. D'autant plus qu'il ne dépassera de la face supérieur de l'époxy que de l'ordre d'une dizaine de millimètres. Il faut vérifier également si le brochage du relais utilisé est bien conformé au tracé du circuit imprimé, dans le cas contraire, une modification de certaines pistes et peut être à enregistrer une solution qui consiste à coller un relais quelconque sur la face de l'époxy et à assurer les liaisons à l'aide du fil isolé et aussi il faut vérifier l'orientation des LEDs qui sont toujours polarisées, le méplat représente le « moins ».

### III.3. Applications

Le capteur que je viens d'étudier peut avoir de multiples applications qui touchent aux domaines météorologique, les systèmes d'automatisations domotiques et dans l'agriculture.

#### ➤ **Domaine des systèmes d'automatisation domotique**

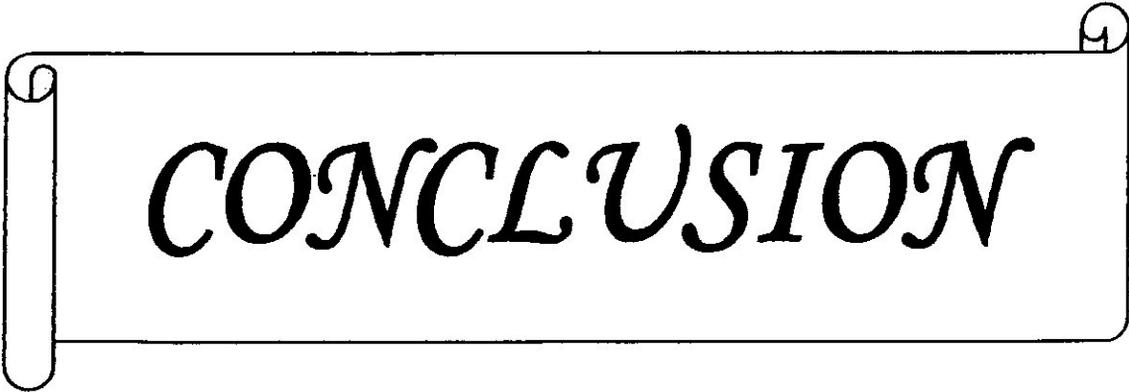
Ce capteur, associé avec un système d'automatisation pour immeubles, permet la gestion automatisée de volets roulants, les stores, les fenêtre, l'éclairage... etc.

➤ **Domaine de l'agriculture**

La détection de la pluie par ce capteur, permet l'arrêt des systèmes d'arrosage de serres horticoles.

➤ **Domaine météorologique**

Le capteur de pluie possède une face trop sensible que l'on peut incliner pour aider à évacuer les intempéries accumulées.



*CONCLUSION*

## *Conclusion générale :*

Dans mon projet j'ai étudié le détecteur de pluie dont de nombreuses applications seront possible, dans l'agriculture ou l'arrosage de serres ,mais aussi en météorologie ou dans les systèmes d'automatisations domotiques.

Ce capteur innovant est doté d'un véritable pouvoir de discrimination face à des grandeurs physiques ou météorologiques. Mon capteur n'est pas employé seul, il est associé à d'autres systèmes. Dès qu'il détecte la pluie, le deuxième systèmes déclenche.

Le but recherché est d'avoir une capacité importante car l'électronique d'alors ne permettait pas de travailler avec des capteurs de faible sensibilité.

Malgré tous les efforts que j'ai pu fournir pour la réalisation de cette maquette ; je ne peux vous faire part de sa réussite; en dépit de la non disponibilité sur le marché, pour le moment, d'un composant très important à ce circuit qui est le CAPTEUR DE PLUIE IBR 273.

J'ai essayé de le remplacer par :

- Un condensateur ajustable de 1-100 PF
- Une thermistance CTN de 1 K $\Omega$  à 25 °C
- Une résistance chauffante de 42  $\Omega$

finalement ils non aboutis à aucun résultat, sinon mon projet sera en ce jour fonctionnel.

J'espère bien qu'un certain jour il va y avoir des améliorations qui y seront apportées.

# Bibliographie

[1] R.DAMAYE, Logique électronique et circuit intégrés numériques, TOME2, Paris, 1978, Edition Radio

[2] RENE. AMATO, Cours fondamentales de logique électronique, Paris, 1976, Edition Radio

[3] Revue de l'électronique pratique  
N° 293- Avril 2005

[4] Thèses :

➤ S.Chabane et S.Meddouar

Etude et réalisation d'un bi-afficheur température/heure , Thèse DEUA,  
Département d'aéronautique, Université de Blida, 2005

➤ A.Kirad et N.Ayeche

Thermostat à affichage digital, Thèse DEUA, Département d'aéronautique,  
Université de Blida, 2000

[5] Sites Internet :

➤ [www.googl.fr](http://www.googl.fr):

[www.wanadoo.fr/perso/xcotton/electron](http://www.wanadoo.fr/perso/xcotton/electron)

[www.snecna.com/fr](http://www.snecna.com/fr)

➤ [www.yahoo.fr](http://www.yahoo.fr)

## *Nomenclature des composants :*

### *Résistances :*

$R_1, R_2 = 470 \text{ K } \Omega$

$R_3 = 56 \Omega$

$R_4 = 150 \Omega$

$R_5 = 820 \Omega$

$P_1 =$ ajustables multitours  $50 \Omega$

$P_2, P_4 =$ ajustables horizontal  $100 \text{ K } \Omega$

$P_3 =$ ajustable horizontal  $47 \text{ K } \Omega$

### *Semi-conducteur :*

Pont moulé cylindrique 1A

Régulateur intégré 12V positifs, 7812, boîtier TO 220

Régulateur intégré 5V positifs, 7805, boîtier TO 220

IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub>=quadruple NOR CLMOS 4001, boîtier DIL 14

IC<sub>3</sub>, IC<sub>4</sub>=ampli-OP  $\mu$  A 741, boîtier DIL 8

D<sub>1</sub> à D<sub>5</sub>=diode commutation 1N 4148

2diodes (verte+rouge)

### *condensateurs :*

C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>=chimique vertical 470  $\mu$ F/25 V

C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub>=plastique 22nF

C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>=céramique 47PF

C<sub>8</sub>=ajustable 10-40PF

C<sub>9</sub>=plastique 330nF

C<sub>10</sub>=chimique vertical 10  $\mu$ F/25V

C<sub>11</sub>, C<sub>12</sub>=plastique 1nF

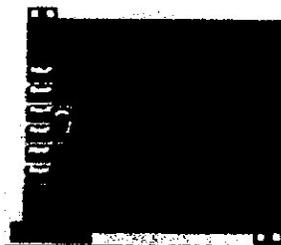
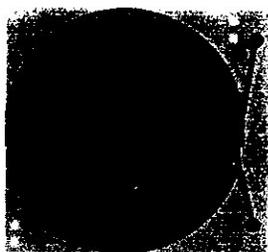
### *Divers :*

- 2 Relais DIL14, 1C90, bobine 5 volts, 1 contact à fermeture
- 1 Transformateur à picots 230/12 volts
- 2 blocs de 2 bornes vissé-soudé
- 4 supports à souder DIL14 broches
- 2 supports à souder DIL8 broches
- cordon secteur, fils souples, picots à souder
- capteur de pluie IBR273 (C ajustable= 1-100PF)



*ANNEXES*

## Capteur de pluie "IBR273"



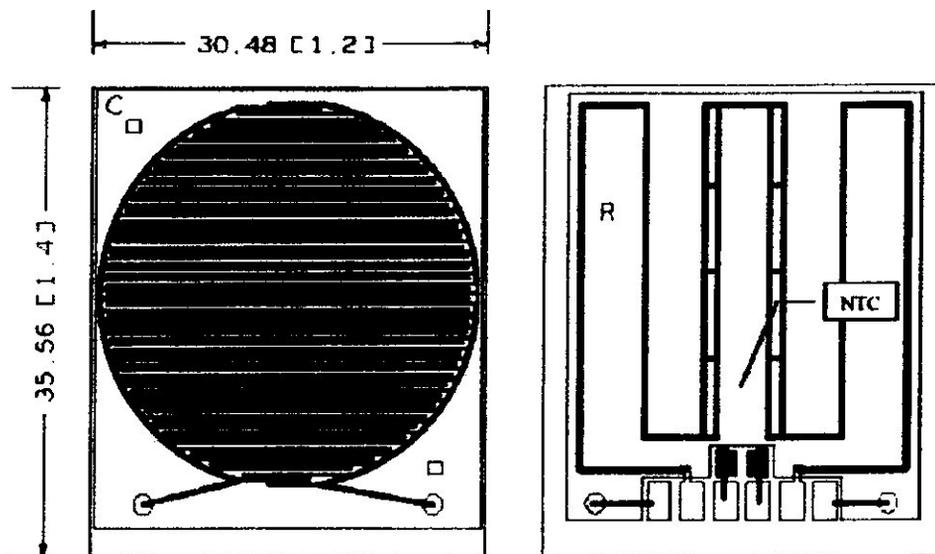
Le capteur "IBR273" est une platine sur substrat céramique destinée à la réalisation de détecteur de pluie. Utilisés principalement jusqu'alors en agriculture, de tels détecteurs trouvent désormais de nombreuses applications dans les systèmes météorologiques et les systèmes d'automatisation pour immeubles (gestion automatisée de volets roulants, éclairage, etc...).

Conçu sur une plaque en substrat céramique (Alumina), le capteur "IBR273" est doté d'excellentes caractéristiques thermo/électrique associé à une bonne résistance aux agressions "mécaniques".

Son principe de fonctionnement repose sur une détection de type capacitive. Ainsi l'accumulation de pluie sur la surface de la plaque aura pour conséquence de modifier la valeur de sa capacité.

Une mini résistance chauffante associé à un capteur de température (au dos du module) permettront de s'affranchir des possibilités de détections intempestives dues à la "rosée du matin".

Le recours à des matériaux de haute technologie assure une haute stabilité à l'ensemble et une grande résistance aux produits de nettoyage les plus divers.



### Caractéristiques:

- Mode de détection: capacitif
- Technologie: Substrat céramique (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- Capacité nominale: 100 pF (10 %)
- Résistance chauffante: 42 ohms 10 % (Pr = 3,5 Watt à 12 V / I=292 mA / Tf = 106 °C)
- NTC: 1 Kohm / 25 °C

Il est dès lors très simple d'utiliser ce capteur associé à n'importe quel microcontrôleur (ou électronique discrète) afin de réaliser un détecteur de pluie fiable et performant. Nous proposerons à ce titre prochainement une note d'application complète à base de module PICBASIC.

### Thermistance "CTN"

Fonctionne à l'inverse des thermistances "CTP" (sa résistance diminue avec la hausse de la température).

**Valeurs disponibles:** 100 ohms - 500 ohms - 1 Kohms - 5 Kohms - 10 Kohms - 50 Kohms - 100 Kohms - 470 Kohms.

**Sealed DIL Version w/ up to 4.25 kVDC Breakdown Voltage Option**

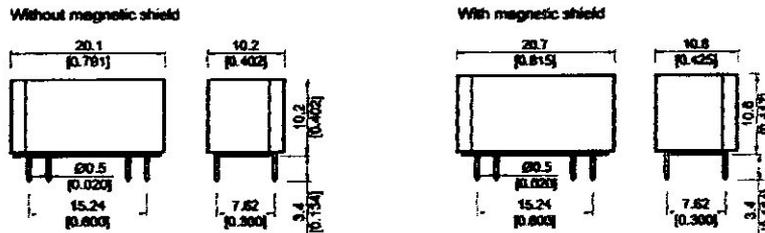
Several pin out options are possible with the 14 pin DIL series. Suitable for telecommunication applications where breakdown voltages up to 4.25 kVDC and the EN60950 approval are required.



Compatible with DIL socket  
Coil resistance up to 11 kΩ  
Diode option

- EN60950 approved
- 1 Form C available
- High resistance available
- Up to 4 Form A switches available
- Magnetic shield available
- 4.25 kVDC breakdown voltage available
- High power switching available

All dimensions in mm [inches]



**Part Number Example**

**DIL12 - 1A81 - 10LHR**

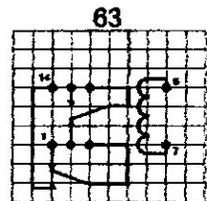
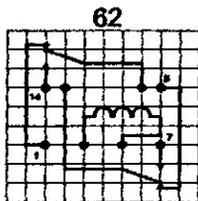
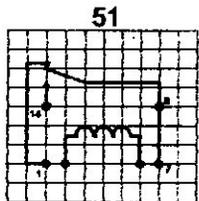
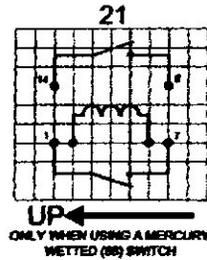
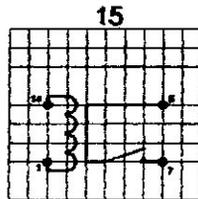
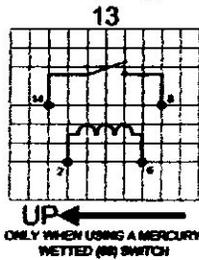
12 is the nominal voltage  
1A is the contact form  
81 is the switch model  
10 is the pin out  
L is the option  
HR is the high resistance version

RELAY SERIES	NOMINAL VOLTAGE	CONTACT FORM	SWITCH MODEL	PIN OUT	OPTION ( ) VERSION WITH MAGNETIC SHIELD	VERSION
DIL	XX -	XX	XX -	XX	X	XX
OPTIONS	05, 12, 24	1A	66, 72, 75 81*, 88	13**, 15 13**	L (M), D (Q), E (R), F (S)	HR**, L
		2A	66, 72, 75, 88	21		L
	05, 12	1C	90	51**		HR**, L
	05, 12, 24	2C	90	62, 63		L

\* The 81 switch is not available with a nominal voltage of 24 V.      † Not available with pin out 62.  
 \*\* When HR is selected, 24 V nominal voltage is not available.      ‡ Not available with pin outs 62 and 63.  
 \*\*\* 81 and 90 switch only.  
 L = No Option.

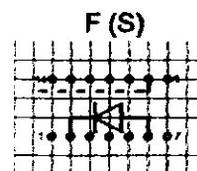
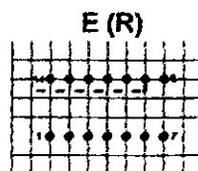
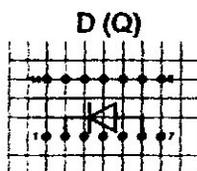
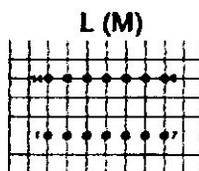
**Sealed DIL Version w/ up to 4.25  
kVDC Breakdown Voltage Option**

View from top of component  
2.54mm [0.10"] pitch grid



( ) Versions with magnetic shield

View from top of component  
2.54mm [0.10"] pitch grid



Please note:

Any option can affect the coil resistance, the breakdown voltage or other electrical data. Please contact us.

Special performance:

The following special options are available on request:

- Low height versions available (5 and 8 mm)
- Other pinning layouts
- Other coil resistance values
- Other switches available

**Sealed DIL Version w/ up to 4.25  
kVDC Breakdown Voltage Option**

CONTACT FORM	SWITCH MODEL	COIL VOLTAGE		COIL RESISTANCE			PULL-IN VOLTAGE		DROP-OUT VOLTAGE		NOMINAL COIL POWER
		VDC		Ω			VDC		VDC		mW
		Nom.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Typ.
<b>All data at 20 °C *</b>											
<b>1A</b>	<b>66 72 75</b>	5	7.5	405	450	465	0.85	3.5	0.75	3.4	55
		12	16	1620	1800	1980	1.9	8.4	1.8	8.3	80
		24	30	4050	4500	4850	3.7	16.8	3.6	16.7	130
	<b>88 Hg wetted</b>	5	7.5	153	170	187	0.85	3.5	0.75	3.4	145
		12	16	630	700	770	1.9	8.4	1.8	8.3	205
		24	30	1530	1700	1870	3.7	16.8	3.6	16.7	340
	<b>81</b>	5	7.5	2700	3000	3300	0.85	3.5	0.75	3.4	10
		12	16	9000	10000	11000	1.9	8.4	1.8	8.3	115
	<b>2A</b>	<b>66 72 75</b>	5	7.5	180	200	220	0.85	3.5	0.75	3.4
12			16	612	680	748	1.9	8.4	1.8	8.3	210
24			30	1800	2000	2200	3.7	16.8	3.6	16.7	290
<b>88 Hg wetted</b>		5	7.5	54	60	66	0.85	3.5	0.75	3.4	415
		12	16	315	350	385	1.9	8.4	1.8	8.3	410
		24	30	1215	1350	1485	3.7	16.8	3.6	16.7	425
<b>1C</b>	<b>90</b>	5	7.5	180	200	220	0.85	3.5	0.75	3.4	125
		12	16	900	1000	1100	1.9	8.4	1.8	8.3	145
		24	30	2700	3000	3300	3.7	16.8	3.6	16.7	190
<b>2C</b>	<b>90</b>	5	7.5	117 (145)	130 (150)	143 (165)	0.85	3.5	0.75	3.4	190 (165)
		12	16	477 (612)	530 (680)	583 (745)	1.9	8.4	1.8	8.3	270 (210)
		24	30	1800	2000	2200	3.7	16.8	3.6	16.7	290

\* The pull-in / drop-out voltage and coil resistance will change at the rate of 0.4% per °C.  
 ( ) Values in parenthesis are for pin out 63.

**Sealed DIL Version w/ up to 4.25 kVDC Breakdown Voltage Option**

All data at 20 °C	Switch Model → Contact Form →	Switch 66 Form A			Switch 72 Form A			Switch 81 Form A			Units
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Switching Power	Any DC combination of V & A not to exceed their individual max.'s			10			20			5	W
Switching Voltage	DC or peak AC			200			200			90	V
Switching Current	DC or peak AC			0.5			1.0			0.5	A
Carry Current	DC or peak AC			1.25			1.25			1.0	A
Static Contact Resistance	w/ 0.5V & 50mA			150			150			200	mΩ
Dynamic Contact Resistance	Measured w/ 0.5V & 50mA 1.5 ms after closure			200			200			200	mΩ
Insulation Resistance (100 Volts applied)	Across contacts Contact to coil	10 <sup>10</sup> 10 <sup>12</sup>			10 <sup>12</sup> 10 <sup>12</sup>			10 <sup>10</sup> 10 <sup>12</sup>			Ω
Breakdown Voltage	Across contacts Contact to coil	225 1.5			320 1.5*			100 1.5			VDC kVDC
Operate Time, incl. Bounce	Measured w/ 100% overdrive			0.5			0.5			0.5	ms
Release Time	Measured w/ no coil suppression			0.1			0.1			0.1	ms
Capacitance	Across contacts Contact to coil		0.2 4.0			0.2 4.0			0.2 4.0		pF
<b>Life Expectancies</b>											
Switching 5 Volts @ 10mA	DC only & <10 pF stray cap.		1000			1000			100		10 <sup>6</sup> Cycles
For other load requirements please see our life test section located on page 151.											
<b>Environmental Data</b>											
Shock Resistance	1/2 sine wave duration 11ms			50			50			30	g
Vibration Resistance	From 10 - 2000 Hz			20			20			10	g
Ambient Temperature	10 °C/ minute max. allowable	-20		70	-20		70	-20		70	°C
Storage Temperature	10 °C/ minute max. allowable	-25		85	-25		85	-25		85	°C
Soldering Temperature	5 sec. dwell			260			260			260	°C
* 4.25 kVDC / 3.0 kVRMS for pin outs 13 and 15.											

**Sealed DIL Version w/ up to 4.25  
kVDC Breakdown Voltage Option**

All data at 20 °C	Switch Model → Contact Form →	Switch 75 Form A			Switch 88 Form A / Hg wetted			Switch 90 Form C			Units
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
<b>Contact Ratings</b>	<b>Conditions</b>										
Switching Power	Any DC combination of V & A not to exceed their individual max.'s			10			35			3	W
Switching Voltage	DC or peak AC			1000			1000			175	V
Switching Current	DC or peak AC			0.5			1.0			0.25	A
Carry Current	DC or peak AC			1.0			2.0			1.2	A
Static Contact Resistance	w/ 0.5V & 50mA			200			60			150	mΩ
Dynamic Contact Resistance	Measured w/ 0.5V & 50mA 1.5 ms after closure			200			200			250	mΩ
Insulation Resistance (100 Volts applied)	Across contacts Contact to coil	10 <sup>10</sup> 10 <sup>12</sup>			10 <sup>10</sup> 10 <sup>12</sup>			10 <sup>10</sup> 10 <sup>12</sup>			Ω
Breakdown Voltage	Across contacts Contact to coil	1500 1.5			1500 1.5*			200 1.5			VDC kVDC
Operate Time, incl. Bounce	Measured w/ 100% overdrive			0.5			2.5			0.7	ms
Reset Time	Measured w/ no coil suppression			0.1			2.0			1.5	ms
Capacitance	Across contacts Contact to coil		0.4 4.0			0.4 4.0			1.0 4.0		pF
<b>Life Expectancies</b>											
Switching 5 Volts @ 10mA	DC only & <10 pF stray cap.		500			1000			100		10 <sup>6</sup> Cycles
For other load requirements please see our life test section located on page 151.											
<b>Environmental Data</b>											
Shock Resistance	1/2 sine wave duration 11ms			50			50			50	g
Vibration Resistance	From 10 - 2000 Hz			20			20			20	g
Ambient Temperature	10 °C/minute max. allowable	-20		70	-20		55	-20		70	°C
Storage Temperature	10 °C/minute max. allowable	-25		85	-25		85	-25		85	°C
Soldering Temperature	5 sec. dwell			260			260			260	°C

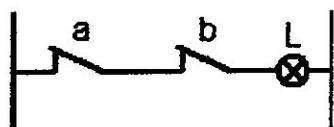
\* 4.25 kVDC / 3.0 kVRMS for pin out 13 and 15.

## NON-OU (*NOR* en anglais)

Exemple d'utilisation : Le Circuit intégré 7402 intègre quatre portes logiques du type NON-OU.

Illustration : La lampe s'allume, sauf si l'on appuie sur « a » ou « b » ou « a » et « b » et seulement dans ces cas là. La fonction « NON-OU » est caractérisée par des interrupteurs NF (normalement fermé) montés en série.

### Schéma



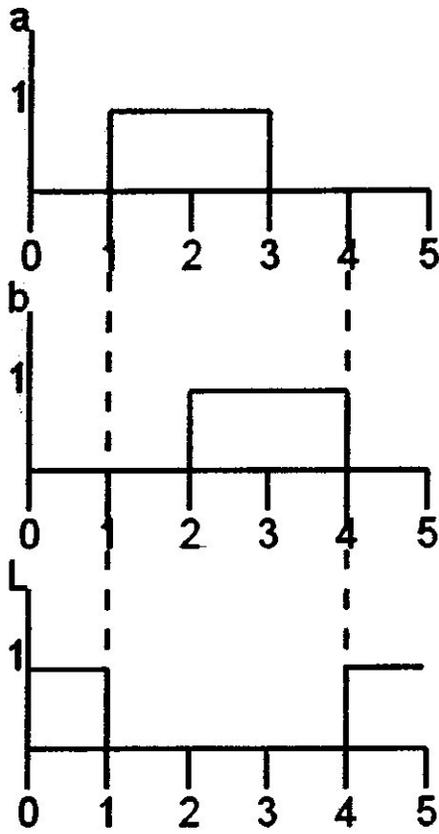
### Équation

$$L = \overline{a + b} = \bar{a} \cdot \bar{b}$$

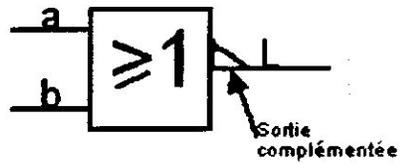
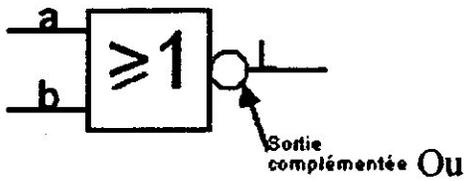
### Table de vérité

Entrées		Sortie
a	b	L
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

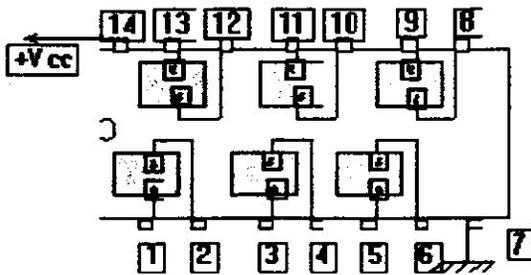
### Chronogramme



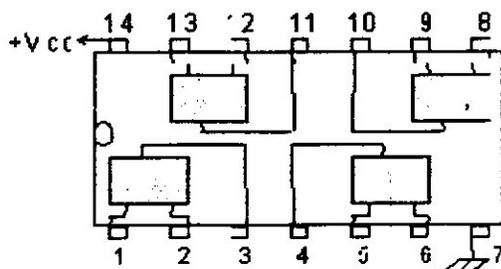
**Symbole**



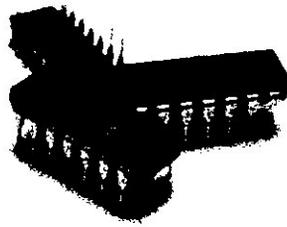
**Exemples de brochage :**



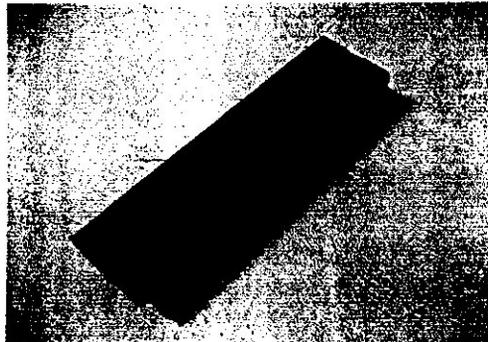
La porte 4069 (6 inverseurs)



Brochage de la série 4000 (sauf 4069)



☐ Trois circuits intégrés.



☐

Un microcontrôleur.

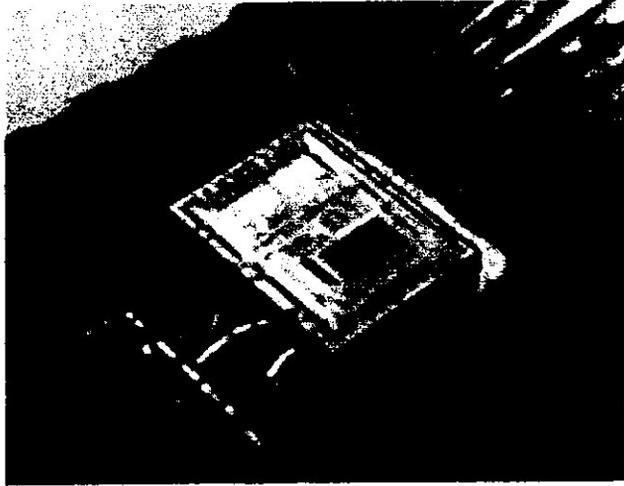
Les circuits intégrés se présentent généralement sous la forme de boîtiers pleins rectangulaires noirs, équipés sur un ou plusieurs côtés voire sur une face, de broches/pattes/pins qui permettent d'établir des connexions. Ces composants sont soudés, ou enfichés dans des supports à des fins de démontage, sur un circuit imprimé.

Sur le boîtier sont peint : un logo qui indique le nom du constructeur, une référence permet d'identifier le composant, un code correspondant à des variantes ou révisions et, la date de fabrication (4 chiffres codés AASS : année et semaine). Les progrès de l'intégration sont tels que les circuits intégrés peuvent devenir très petits. Leur taille ne dépend plus guère que de la capacité du boîtier à dissiper la chaleur produite par effet joule et bien souvent du nombre et de la taille des broches de sortie du circuit ainsi que de l'espace entre ces broches.

Différent types de boîtiers permettent d'adapter le circuit intégré à son environnement de destination.

- Le format le plus ancien à pour nom DIP.
- La miniaturisation aidant les circuits dit de surfaces ont fait leur apparition : le format SO

- Bien d'autres types existent : Un lien externe décrivant les types de boitiers.
- performante permet l'emploi du cuivre.
- On utilise parfois du silicium poly cristallin, également conducteur, notamment pour la grille du transistor.



4

